

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT NAVETTAINVESTOINNIN SUUNNITTELUN TUEKSI

Peltolan tila

TEKIJÄ

Vilma Kämäräinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Vilma Kämäräinen			
Työn nimi Ympäristönäkökohdat navettainvestoinnin suunnittelun tueksi			
Päiväys	3.12.2024	Sivumäärä/liitteet	44
Yhteistyötaho Peltolan tila			
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli koostaa navetanrakennusprojektin suunnittelua tukevaa tietoa, jonka tarkastelun pääpaino on ympäristöön liittyvässä lainsäädännössä ja ekologisessa rakentamisessa. Työn tilaaja oli Peltolan tila. Tilalla on lypsykarjaa, joka on tällä hetkellä parsinavetassa. Investointi yhden robotin pihattoon on ollut harkinnassa jo jonkin aikaa. Lopullista päätöstä investoinnista ei vielä ole tehty, mutta päätös pitäisi tehdä lähitulevaisuudessa. Rakentamiseen liittyen on ollut alustavaa suunnittelua, ja tavoitteenani oli sysätä tuota suunnitteluvaihetta eteenpäin konkreettisempiin suunnitelmiin.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin internet-lähteitä, joiden avulla perehdyttiin maatalouden ja rakentamisen ympäristövaikutuksiin, maatalouden investointitukeen ja maatalousrakentamiseen liittyvään ympäristölainsäädäntöön sekä pohjarakentamiseen, yleisimpiin rakennusmateriaaleihin ja maatalouden energiankäyttöön. Internet-lähteiden tueksi järjestettiin Teams-palaveri maatalousrakentamisen suunnitteluun erikoistuneen rakennusinsinööri-toimiston kanssa. Lisäksi työssä hyödynnettiin tilan omia tietoja ja ajatuksia sekä henkilökohtaista kokemustani lypsykarjanhoidon parissa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi kooste navettainvestointia ohjaavasta lainsäädännöstä, ja sen soveltamisesta Peltolan tilalla. Lisäksi työhön on koostettu erilaisia rakenteellisia ja toiminnallisia vaihtoehtoja. Lainsäädäntö määrittää investoinnin toteutumisen mahdollisuutta sekä rakentamisessa huomioitavia ratkaisuja. Rakenteellisten ja toiminnallisten vaihtoehtojen vertailu puolestaan toimii tukena suunnittelussa.</p>			
Avainsanat Ympäristövaikutukset, maatalousrakentaminen, pihatto			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	MAIDONTUOTANTO SUOMESSA	6
2.1	Maidontuotanto ja lypsykarja.....	6
2.2	Navettatyypit ja toiminnalliset osat	7
3	YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET.....	9
3.1	Kotieläintuotanto ja maatalous	9
3.2	Rakentaminen	13
4	MAATALOUSRAKENTAMINEN	14
4.1	Investointituki nautakarjataloudessa	14
4.2	Eläinsuojan ympäristöluvan- ja ilmoituksenvaraisuus.....	14
4.3	Ympäristönsuojelun vaatimukset	15
4.4	Tuetun maatalousrakentamisen vaatimukset	17
4.5	Lainsäädännön muutokset	17
5	RAKENTEELLINEN JA TOIMINNALLINEN SUUNNITTELU	18
5.1	Pohjarakentaminen	18
5.2	Rakennusmateriaalien ekologisuus	19
5.3	Energiankäyttö	21
6	PELTOLAN TILA	24
6.1	Tietoa navettainvestoinnista.....	24
7	NAVETTAINVESTOINNIN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN KARTOITUS.....	25
7.1	Eläinsuojan ympäristöluva/ilmoitusmenettely	25
7.2	Rakennusalue ja ympäristö.....	25
7.3	Rakennuksen ja toimintojen sijoittaminen	26
7.4	Muita ympäristönsuojeluun liittyviä vaatimuksia.....	29
7.5	Pohjarakentaminen	29
7.6	Rakennusmateriaalit.....	31
7.7	Energia ratkaisut	32
8	YHTEENVETO & POHDINTA	34
	LÄHTEET	37

KUVALUETTELO

Kuva 1 Holstein-rotuisia nautoja (Kämäräinen 2024).....	7
Kuva 2 Kuvaleike Suomen ympäristökeskuksen raportista (Ronkainen 2012).....	18
Kuva 3 Ilmakuva Peltolan tilasta (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)	24
Kuva 4 Peltolan tilan kaavoitus (muokattu lähteestä Kuopion karttapalvelu).....	26
Kuva 5 Kuvaleike ympäristölupa-asian dokumentista (Vaasan hallinto-oikeus 2021).....	27
Kuva 6 Etäisyysvaatimusten mukaisia raja-alueita (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)	28
Kuva 7 Arvioitu rakentamista varten jäävä alue etäisyysvaatimukset huomioon ottaen (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)	28
Kuva 8 Maastoprofiilien määrittystä kuvaavat sijainnit (muokattu lähteestä Paikkatietoikkuna).....	29
Kuva 9 Maastoprofiili 1 (Paikkatietoikkuna).....	30
Kuva 10 Maastoprofiili 2 (Paikkatietoikkuna).....	30
Kuva 11 Maastoprofiili 3 (Paikkatietoikkuna).....	30

1 JOHDANTO

Maidontuotanto on kokenut suuria muutoksia niin Suomessa kuin maailmallakin. Tähän on vaikuttanut niin maatalouden merkittävä rakennemuutos kuin myös teknologian kehittyminen ja hyödyntäminen maataloustyöskentelyssä. Teknologiaa hyödynnetään sekä karjanhoidossa että pelloilla. Moni maidontuottaja on jo siirtynyt automaattiseen lypsyjärjestelmään, jossa lypsytyön hoitaa lypsyrobotti. Lisäksi eläinten oloihin ja hyvinvointiin on alettu kiinnittää tarkempaa huomiota. Moni tilallinen onkin siirtynyt vanhanaikaisen parsinavetan käytöstä pihattonavettaan, jossa karja saa liikkua vapaana. Parsinavettojen vaihtamisesta pihattoihin kannustetaan niin lakien kuin tukienkin avulla. Tästä huolimatta Suomessa on vielä paljon käytössä olevia parsinavettoja. Näistä tiloista moni on lopettamassa toimintansa, mutta monella jatkavalla tilallisella puolestaan on investointihalukkuutta nykyaikaisempiin tuotanto-olosuhteisiin. Ne edistävät sekä eläinten lajinomaisen käyttäytymisen toteutumista että työergonomian paranemista automaation keventäessä työn fyysisyyttä.

Ilmastonmuutoksen myötä ympäristön huomioiminen on noussut keskeiseksi osaksi yritysmaailmaa. Ympäristötietoisuuden lisääntyminen on myös laajentanut lakiviidakkoa ympäristöasioiden ympärillä. Ympäristöön liittyvä lainsäädäntö on osoittanut kiristymisen merkkejä hiilineutraaliuuden tavoittelun vuoksi. Erityisesti maatalouteen liittyy laaja kirjo erilaisia säännöksiä ja ohjauskeinoja ympäristönsuojelun näkökulmasta, mikä vaikuttaa maatalousrakentamiseen. Opinnäytetyön tarkoituksena on koota kirjallista aineistoa uuden pihattonavetan rakentamisen suunnittelun tueksi ympäristönsuojelun ja ekologisen rakentamisen näkökulmasta. Työssä kartoitetaan maatalouteen ja maatalousrakentamiseen liittyviä ympäristövaikutuksia, kootaan oleellista lainsäädäntöä pihattonavetan rakennusprojektiin liittyen ja tarkastellaan ekologisuuden näkökulmaa rakentamisessa. Työ on tapaustutkimus, jonka kohteena on Peltolan tila. Tilalla on vanha parsinavetta, jonka läheisyyteen on toiveissa rakentaa pihatto. Rakennusprojektin toteuttamista ei ole vielä lyöty lukkoon, vaan investointi on vielä harkinnan ja suunnittelun vaiheessa. Opinnäytetyön tavoitteena on viedä tuota suunnitteluvaihetta askeleen eteenpäin koostamalla konkreettista tietoa ympäristön huomioivaan rakennuksen suunnitteluun.

2 MAIDONTUOTANTO SUOMESSA

Maataloudessa on vallinnut rakennemuutos, jonka juuret ulottuvat 1900-luvun puolelle. Muutos on kohdistunut tilojen lukumäärään, tilakokoihin, tuotantorakenteeseen ja -tapoihin sekä työvoimaan. Vielä 1960-luvun alussa tiloja oli yli 300 000. (Pyykkönen 2001, 1.) Vuonna 2023 tilojen lukumäärä oli enää noin 42 500 (Törmä 2024). Merkittävimmän sysäyksen rakennemuutokselle toi Suomen liittyminen Euroopan unioniin vuonna 1995. Rajun rakennemuutoksen lisäksi oli sopeuduttava nopealla aikataululla alentuneisiin tuottajahintoihin, uuteen tukijärjestelmään ja siihen liittyvään paperityöhön. (Jäntti 2010.) Rakennemuutos maidontuotannon osalta on näkynyt merkittävästi kaikessa muussa paitsi tuotetun maidon määrässä (Arovuori 2023).

2.1 Maidontuotanto ja lypsykarja

Maidontuotannossa tilamäärät ovat vähentyneet tasaiseen tahtiin. Maitotilojen lukumäärä laskee vuosittain noin 6–8% (Mattio 2024). Vuonna 2010 maitotiloja on tilastoitu olevan 10 205 kpl, ja määrä on puolittunut kymmenessä vuodessa. Vuonna 2023 maitotiloja on ollut enää noin 4400 kpl. Keskimääräinen peltoala tilaa kohden on ollut 94 ha ja lehmien määrä 54. Nykyisen kehityksen mukaisen ennusteen mukaan vuonna 2032 keskimääräinen peltoala tilaa kohden on 150 ha ja lehmien määrä 85. (Arovuori 2023.) Tuotetun maidon määrässä muutokset ovat kuitenkin olleet hyvin maltillisia. Ilmiön taustalla ovat suuremmat tilakoot ja tuotannon kehittyminen (Mattio 2024).

Lehmäksi kutsutaan naaraspuolista synnyttänyttä nautaeläintä. Poikimaton nauta on puolestaan hieho ja lehmän jälkeläinen vasikka. (Eläinten hyvinvointikeskus n.d.) Lehmä poikii ensimmäisen kerran parin vuoden iässä. Vasikka painaa syntyessään noin 40 kg, kun taas täysikasvuinen lehmä painaa noin 500–600 kg. Suuremmat lehmät voivat painaa jopa 700–1000 kg. Suomessa yleisimmät lypsylehmärodut ovat ayrshire ja holstein (kts kuva 1). Rodut alkoivat syrjäyttää pienempikokoisia maatiaislehmiä Suomesta 1950-luvulta lähtien suuremman maidontuotoksen vuoksi. Holstein-rodun alkuperä on Pohjois-Hollannissa, ja se on sekä Suomen että maailman yleisin lypsyrotu. Suomen alkuperäiskarjaan kuuluvat itäsuomenkarja, pohjoissuomenkarja ja länsisuomenkarja. (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto 2018; Opetushallitus 2020; Faba n.d.)



Kuva 1 Holstein-rotuisia nautoja (Kämäräinen 2024)

Lehmien keskimääräinen maidontuotusmäärä ylittää jo 10 000 kg vuodessa (ProAgria 2021). Maitomäärissä on kuitenkin yksilö- ja rotukohtaisia eroja. Holsteinin keskituotos on noin 10 622 kg ja ayrshiren noin 9 266 kg (Faba n.d.). Lehmä alkaa tuottamaan maitoa ensimmäisen poikimisen jälkeen. Maidontuotannossa on tavoitteellista, että ensimmäinen poikiminen tapahtuu noin kahden vuoden ikäisenä, ja tämän jälkeen kerran vuodessa. (Eläinten hyvinvointikeskus n.d.) Lehmän ruokavalio koostuu nurmirehusta, jota täydennetään väkirehulla. Lehmä syö päivässä keskimäärin 50–55 kg nurmesta tehtyä säilörehua, ja juo vettä keskimäärin 100 litraa päivässä. Lehmä tarvitsee vettä noin viisi litraa tuotettua maitokiloa kohden. Lehmän lanta ja virtsa hyödynnetään peltojen lannoituksessa. Lypsylehmien elinikä vaihtelee, mutta yleensä lehmät lopetetaan alle viiden vuoden ikäisenä. Lehmän ruho hyödynnetään elintarvikekäytössä, jos lehmä on riittävän hyväkuntoinen teurastamoon kuljetusta varten. (Opetushallitus 2020; Laitinen 2016.)

2.2 Navettatyypit ja toiminnalliset osat

Lypsylehmille on kahdenlaisia navettarakennuksia; perinteinen parsinavetta ja nykyaikaisempi pihatto. Parsinavetassa lehmät ovat kytkettynä parteen, ja ne pääsevät jaloittelemaan pääsääntöisesti vain laidunkaudella. Pihatossa eläimet puolestaan saavat liikkua vapaasti. Pihattonavetoissa elää noin 70 % lehmistä. (Mattio 2024.) Ulkoilutusvelvollisuutta ei kuitenkaan toistaiseksi ole (Opetushallitus 2020). Pihatot voidaan jakaa lämpötilan mukaan viileään ja lämpimään pihattoon. Talvella viileän pihatton lämpötila on noin +5 °C ja lämpimän pihatton +10 °C. (Niilahti 2012, 2.)

Parsinavetat ovat vähenemään päin, sillä lainsäädännöllä on pyritty edistämään parsinavetoista luopumista. Päivitetyn eläinten hyvinvointilain nojalla uusia parsinavettoja ei saa enää rakentaa, eikä olemassa olevaan parsinavettaan saa lisätä parsipaikkoja (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023, 37 § & 121 §). Ennen eläinmäärien ollessa pienempiä myös parsinavetat ovat yleensä melko pieniä ja

ahtaita. Pihatto vaatii huomattavasti enemmän rakennustilaa ja soveltuu parhaiten suuriin tuotantoyksiköihin (Rajala 1986, 17).

Navettarakennuksissa ja tilaratkaisuissa on eroja maitotilojen välillä. Päätilat ovat eläintila, joka on eläinten oleskeluun tarkoitettu tila, ja maito huone. Maito huoneessa tapahtuu lypsetyn maidon käsittely ja säilytys. Maito jäähdytetään ja säilytetään tilasäiliössä, josta se kuljetetaan maitoautolla meijeriin. (Rajala 1986, 20.) Eläintila koostuu eläinten ruokinta- ja makuutiloista sekä kulkukäytävistä. Pihatossa on joko lypsyasema tai automaattilypsyasema sekä lantakäytävä. Navetassa voi lisäksi olla muun muassa pukuhuonetila, erillinen tila seminologille ja eläinlääkärille, tautisulkutila ja toimisto. (Elstob & Alasuutari 2014, 8; Kourimo 2019, 1; Myllynen 2022, 13–15.) Tilalta täytyy löytyä myös varastointitilaa ruokintaa ja lannan varastointia varten. Lannankäsittelyprosessi voi perustua kuiva- tai lietelantajärjestelmään (Sahi, Kulmala & Lappalainen 2018). Lietelantaprosessi on yleisintä pihatossa (Poutiainen & Kivelä 2012).

Lehmät lypsetään yleensä kaksi kertaa vuorokauden aikana. Navetoissa on käytössä pääsääntöisesti kolme eri lypsymenetelmää; putki-, asema- ja robottilypsy. Putkilypsyä käytetään parsinavetoissa. Lehmät lypsetään niiden omissa parsipaikoissaan siirrettävän lypsy-yksikön avulla. Pihattonavetassa lypsy hoidetaan lypsyasemalla tai automaattilypsyasemalla. (Elstob & Alasuutari 2014, 21–23). Automatisoidussa lypsyssä lypsämisen hoitaa ihmisen sijasta lypsyrobotti. Yksi robotti riittää noin 70 lehmän lypsämiseen (Opetushallitus 2020). Suomessa tuotetusta maidosta yli puolet on lypsyrobottien lypsämää (Mattio 2024).

3 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ympäristövastuullisuus on noussut nykypäivänä oleelliseksi osaksi yritystoimintaa. Tähän on vaikuttanut ilmastonmuutos, jota pyritään hillitsemään maailmanlaajuisesti erilaisilla toimilla. Ilmastonmuutos on seurausta kasvihuoneilmiön voimistumisesta. Kasvihuoneilmiön ansiosta lämpötila tukee elämää maapallolla, mutta liiallinen kasvihuonekaasujen kertyminen ilmakehään lämmittää ilmastoa koko maapallolla. Hiilidioksidi, metaani ja dityppioksidi ovat kasvihuonekaasuja, joita esiintyy ilmakehässä sekä luonnostaan että ihmisen toiminnan seurauksena. Näistä kaasuista hiilidioksidia esiintyy määrällisesti eniten. (Euroopan parlamentti 2023.) Hiilidioksidin elinikä on noin 50–100 vuotta, metaanin noin 12 vuotta ja dityppioksidin noin 114 vuotta. Hiilidioksidin verrattuna metaanin lämmityspotentiaali on 25-kertainen ja dityppioksidin lähes 300-kertainen sadan vuoden aikana. (Silvonen n.d.) EU:n ilmastolakiin on asetettu vähennystavoitteet kasvihuonekaasuille. Vuoden 2030 tavoite on vähentää päästöjä 55 % vuoden 1990 tasoon nähden ja vuoden 2050 tavoite on saavuttaa hiilineutraalius. (Euroopan parlamentti 2023.)

Ympäristövastuullisuuteen kuuluu toiminnan ympäristövaikutusten tiedostaminen ja niiden hallinta. (Suomi.fi 2022.) Keskeisiä käsitteitä ympäristövastuullisuuteen liittyen ovat kestävä kehitys, elinkaariajattelu ja hiilijalanjälki. Kestävällä kehityksellä tarkoitetaan yhteiskunnan tasolla tapahtuvaa muutosta, jonka tavoitteena on turvata hyvät elämisen mahdollisuudet niin nykyisille kuin tulevillekin sukupolville. Kestävään kehitykseen kuuluu ihmisen, ympäristön ja talouden huomioiminen päätöksenteossa ja toiminnassa. Elinkaariajattelun tarkoituksena on huomioida tuotteiden ympäristövaikutuksia sen koko elinkaaren osalta tuotteen raaka-aineiden hankinnasta tuotteen käytöstä poistoon asti. Hiilijalanjälki puolestaan kuvaa tuotteista ja toiminnoista aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Hiilijalanjälkilaskennalla voidaan tarkastella suoraan hiilidioksidipäästöjen määrää tai muiden kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusta suhteutettuna hiilidioksidin. Tällöin laskennassa kasvihuonekaasulle valitaan ilmaston lämpenemiseen vaikutukseltaan kyseistä kaasua vastaava määrä hiilidioksidia. (Telaketju n.d.) Hiilijalanjälkilaskennassa päästöt ilmoitetaan yleensä hiilidioksidiekvivalenttina, esimerkiksi hiilidioksidiekvivalenttitonina (t CO₂-ekv), mikä laskennallisesti tarkoittaa yhden hiilidioksiditonin ilmastoa lämmittävää vaikutusta (Luonnonvarakeskus n.d.-a.).

3.1 Kotieläintuotanto ja maatalous

Maataloudesta aiheutuu sekä kasvihuonekaasupäästöjä että ravinnepäästöjä. Merkittävimmät päästöt ja niiden lähteet löytyvät taulukosta 1. Kasvihuonekaasujen osalta suurin yksittäinen päästölähde maataloudessa on turvemaapelot. Turvemaapelloilta aiheutuu hiilidioksidipäästöjä maaperän hiilivarastojen hajoamisessa. Päästöjen osuus maatalouden kokonaispäästöihin verrattuna on yli puolet. Toiseksi suurin päästölähde on kotieläinten ruuansulatus, joka aiheuttaa merkittävät metaanipäästöt. (Luonnonvarakeskus 2022b.) Ravinnepäästöjen osalta maatalous on suurin ammoniakkipäästöjen aiheuttaja. Maatalouden ammoniakkipäästöjen osuus on lähes 90 % koko Suomen ammoniakkipäästöistä. Ammoniakki sisältää typpeä, joka on hyvä ravinne kasveille. Kasvit eivät voi kuitenkaan hyödyntää haihtunutta typpeä. Laskeuman myötä ammoniakki ja ammoniumtyppi voivat aiheuttaa happamoitumista ja rehevöitymistä. Lisäksi osa ammoniumtypestä muuntuu haitalliseksi dityppioksidiksi. Ammoniakkipäästöt aiheuttavat myös jossakin määrin pienhiukkasten muodostumista. (Maa- ja metsätalousministeriö 2020, 4–8.) Myös fosfori voi aiheuttaa rehevöitymistä. Pellolle levitetystä

lannasta voi aiheutua fosforin huuhtoutumista vesistöön, jos lanta altistuu juoksevalle vedelle levityksen jälkeen. Muutoin fosforin huuhtoutuminen on vähäistä, sillä se on tiukasti sitoutuneena maahan. (Pesonen & Huuskonen 2014, 21.)

Taulukko 1 Maatalouden merkittävimmät päästöt ja päästölähteet (Pesonen & Huuskonen 2014)

Päästö	Metaani (CH ₄)	Typpioksidit (N ₂ O, NO _x)	Hiilidioksidi (CO ₂)	Ammoniakki (NH ₃)	Fosfori (P)
Lähde	-eläinten ruuansulatus -lanta	-lanta -virtsa -rehuntuotanto -maaperä	-rehuntuotanto -maaperä	-lanta	-lanta -virtsa

Kasvihuonekaasupäästöjä seurataan kansainvälisellä ja EU:n tasolla. Kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat raportoidaan vuosittain YK:n ilmastopöytäkirjan ja Pariisin sopimuksen päätöksillä. (Ympäristöministeriö 2023.) Maatalouden aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä tarkastellaan kolmelta sektorilta, joita ovat taakanjakosektori, LULUCF-sektori ja energiasektori. Sektorikohtaiset päästölähteet on esitetty taulukossa 2. (Ahvenjärvi ym. 2022, 5.) LULUCF-sektori on maankäyttö-, maankäytön muutos ja metsätaloussektori (Land-use, land use change and forestry), jolla raportoidaan sekä kasvihuonekaasupäästöjä että -nieluja maankäytöstä ja maankäytön muutoksista (Regina, Lehtonen, Palosuo & Ahvenjärvi 2014, 13). LULUCF-sektoriin kuuluvat puutuotteet, rakennettu maa, kosteikot, ruohikot, viljelysmaa ja metsämaa, joista maatalouden päästöihin lukeutuvat vain viljelysmaa ja kosteikot. Vuonna 2019 kaikkien kolmen sektorin yhteenlaskettu kasvihuonekaasupäästöjen määrä oli 16 Mt CO₂-ekv (Ahvenjärvi ym. 2022; Luonnonvarakeskus 2020.) Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä Suomessa kyseisenä vuonna oli puolestaan 52,8 Mt CO₂-ekv. Näin ollen maatalouden osuus Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä kaikki kolme sektoria mukaan lukien oli noin 30 %, ja ilman LULUCF-sektoria noin 13 %. (Tilastokeskus 2020.)

Taulukko 2 Kasvihuonekaasupäästöjen raportointisektorit (Ahvenjärvi ym. 2022)

Taakanjakosektori	LULUCF	Energiasektori
-metaanipäästöt -ruoansulatus -lannankäsittely -dityppioksidipäästöt -lannankäsittely -maatalousmaat -hiilidioksidipäästöt -kalkitus ja urea	-hiilidioksidipäästöt -viljelysmaat ja pellonraivaus -ruohikkoalueet	-maatalouskoneet -muu maatalouden energia

Maatalouden osalta taakanjakosektorin päästöt eivät ole merkittävästi muuttuneet vuoden 2019 ja 2023 välillä. Suurin vuosittainen vaihtelu päästöihin aiheutuu LULUCF-sektorilta, sillä se on viime

vuosina ollut vaihtelevasti nettonielu ja nettopäästölähde. (Tilastokeskus 2022.) Vuoden 2019 sektori-kohtainen päästöjakauma on esitetty kuvaajassa 1. LULUCF-sektorin osuus on noin 53 %, taakanjakosektorin osuus noin 41 % ja energiasektorin osuus noin 0,6 %.

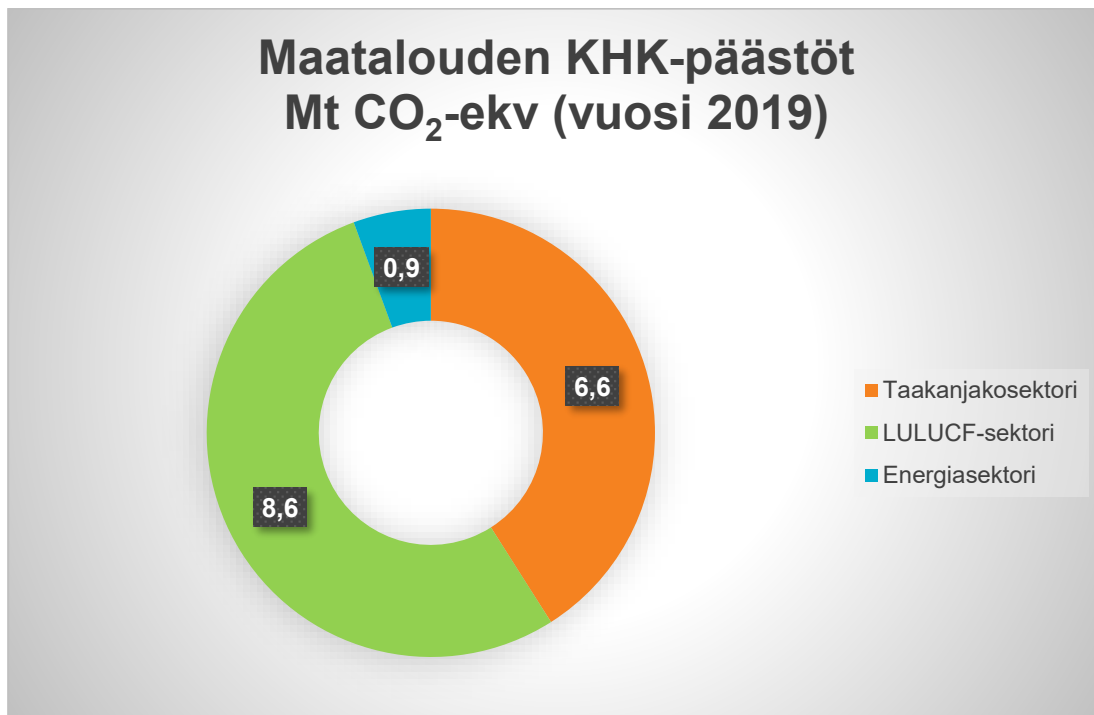


Figure 1 Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen sektorijakauma (Ahvenjärvi ym.2022)

Maataloudessa kuluu energiaa eri toimintoihin. Maatalouden energialähteitä ovat sähkö, moottori-polttoöljy, lämmityspolttoöljyt ja kiinteät polttoaineet. Edellä mainittuja tarvitaan sähkölaitteisiin, työ-koneisiin ja lämmitykseen. (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto 2024.) Kuvaajassa 2 on esi-tetty koko Suomen maatalouden energiankulutuksen jakautumista. Tulokset ovat prosentuaalisia osuuksia Suomen maatalouden kokonaisenergiankulutuksesta. Suhteellista vertailua tuotantosuun-tien välillä ei pysty tekemään, sillä eri tuotantosuuntien tilamäärien välillä on suurta vaihtelua. Tuo-tantosuunnista kasvinviljelyn kokonaisenergiankulutus on ollut suurinta. Vuoden 2020 rakennetutki-muksen mukaan kasvinviljelyn energiankulutus on ollut 3 876 GWh. Lypsykarjataloudessa puoles-taan energiaa on kulunut 1 434 GWh. Vuonna 2020 kasvinviljelytiloja on Suomessa ollut 30 221 ja lypsykarjatiloja 5 631 (Luonnonvarakeskus n.d.b.). Kasvinviljelyyn lukeutuvat vilja-, öljy- ja valkuais-kasvituotanto. Lypsykarjatalouden energiankulutukseen sisältyy myös rehuntuotanto, mikä on mer-kittävä osuus energiankäytöstä. (Kaustell ym. 2024, 9–25.) Kokonaisuudessaan maa- ja puutarhata-louden energiankulutus vuonna 2020 on ollut 9 261 GWh, kun taas energian kokonaiskulutus Suo-messa on ollut 355 TWh eli 355 000 GWh (Luonnonvarakeskus 2015; Luonnonvarakeskus 2022a).



Figure 2 Kokonaisenergiankulutuksen jakautuminen kaikilta suomalaisilta tuotantotiloilta (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto 2024)

Maidontuotannossa energiaa kuluu keskimäärin eniten navetan toimintoihin. Kuvaajassa 3 on esitetty navetan eri toimintojen osuus energian tarpeesta. Eniten energiaa tarvitaan rehunjakoon, lypsyy ja maidon jäädytykseen sekä pesuvesiin. Rehujen jaon suurta energiatarvetta selittää traktoriyöskentely. Lypsyn energiatarpeeseen puolestaan vaikuttaa lypsyjärjestelmä. Esimerkiksi yhden robotin navetta kuluttaa sähköä noin 100–180 MWh vuodessa. Lisäksi sähkön tarve on tasainen, sillä lehmät käyvät lypsyllä halutessaan ympäri vuorokauden. Veden osalta puolestaan lämmitystarve on suurta. (ProAgraria 2020.)

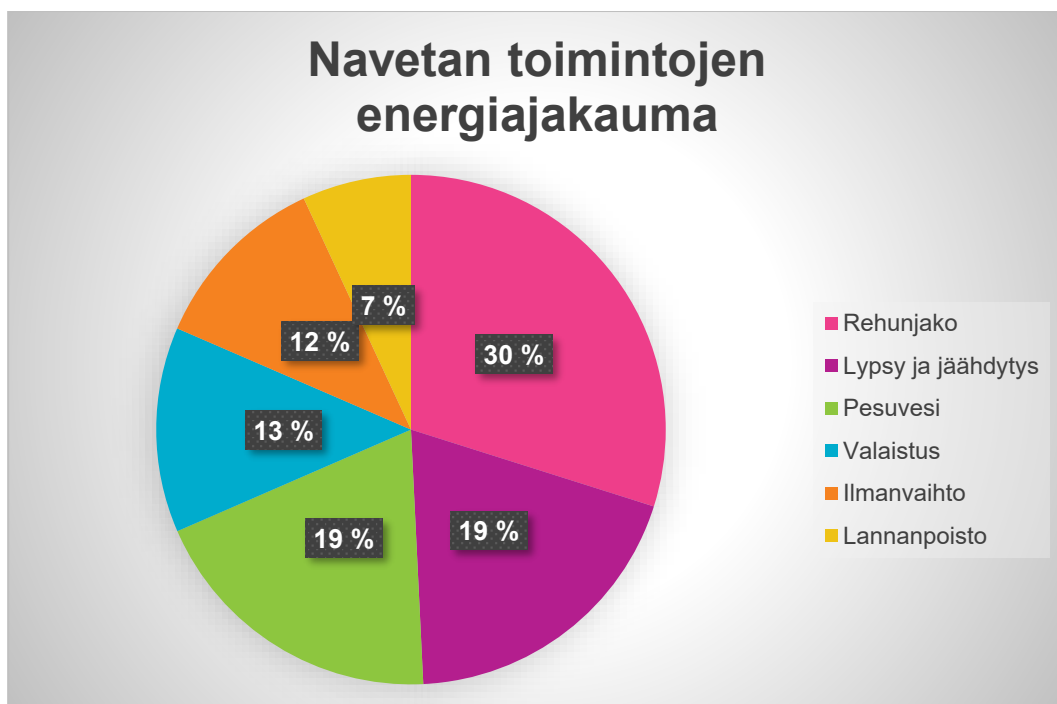


Figure 3 Navetan toimintojen prosentuaalinen energiajakauma (ProAgraria 2020)

3.2 Rakentaminen

Rakennusteollisuuden päästöjen osuus ilman LULUCF-sektoria ja käytönaikaista energiankulutusta on ollut noin 7 % Suomen kokonaispäästöistä vuonna 2017 ja noin 30 % käytönaikainen energiankulutus mukaan luettuna. (Rakennusteollisuus RT ry 2020.) Rakennusteollisuuden osuus päästöistä on maatalouden lailla merkittävä. Tämän vuoksi hiilijalanjäljen pienentäminen on tärkeää rakennussektorilla. Päästöjen vähentämisen avuksi rakennuksen hiilijalanjälkilaskenta on tulossa pakolliseksi osaksi rakennusprosessia (Saint-Gobain Finland 2024). Rakennuksen hiilijalanjälkilaskennassa huomioidaan rakennuksen koko elinkaari. Rakennuksen elinkaareen kuuluvat tuotevaihe, rakentamisvaihe, käyttövaihe ja purkuvaihe. Tuotevaihe sisältää materiaalien raaka-aineen hankinnan, kuljetuksen ja materiaalien valmistuksen, ja rakentamisvaihe kuljetuksen työmaalle ja työmaatoiminnot. Käyttövaiheeseen puolestaan kuuluvat materiaalien käyttö rakennuksessa, kunnossapito, korjaus, materiaalien vaihto sekä energian ja veden käyttö. Elinkaaren lopun purkuvaiheessa rakennus puretaan, purkujäte kuljetetaan, käsitellään ja loppusijoitetaan. (Bionova Oy 2017, 13.)

Suurin päästölähde on rakennuksen käyttövaiheen energian käyttö, ja merkittävä osuus on myös rakennusmateriaaleilla. Rakennusmateriaalien valmistuksen osuus on noin neljäsosa rakentamisen päästöistä. Valmistuksessa kulutetaan sekä uusiutuvia että uusiutumattomia luonnonvaroja (Khaleel 2021, 10). Rakennusmateriaalien ja rakennusten ympäristövaikutuksia ovat muun muassa päästöt ilmakehään, vesistöön ja maaperään sekä syntyvät jäte- ja sivutuotevirrat. Rakennusmateriaalit voivat myös aiheuttaa hiukkaspäästöjä, joilla voi olla terveysvaikutuksia muun muassa asennus- tai käyttövaiheessa. (Bionova Oy 2017, 2–13.) Energian osalta päästöjen vähentäminen on jo edistynyt merkittävästi, mikä puolestaan nostaa materiaalien merkitystä rakentamisen päästöjen vähentämisessä. Eri materiaalien raaka-aineiden hankinta ja valmistus kuluttavat ympäristöä eri tavoin. Lisäksi useimpien materiaalien valmistukseen tarvitaan fossiilisia polttoaineita. Rakennuksen eri rakenteita ja rakenneosia voidaan suuntaa antavasti jaotella niiden päästöintensiteettien mukaan. Lähtökohteisesti voidaan ajatella, että raskaiden rakenteiden päästöt ovat suuremmat kuin kevyempien rakenteiden päästöt. Näin ollen raskaiden rakenteiden suunnittelulla ja materiaalivalinnoilla voidaan merkittävimmin vaikuttaa rakennuksen päästöihin materiaalien osalta. (Rakennusvalvonta Oulu 2023.)

4 MAATALOUSRAKENTAMINEN

Maatalousrakentamisen ja erityisesti uuden eläinsuojan rakentamisen lupaprosesseihin ja suunniteluun on hyvä varata paljon aikaa. Prosessiin sisältyvät rahoituspäätös EU:n ja kansallisten säädösten maatalousrakentamiseen myönnettävästä tuesta, ympäristölupa- tai ilmoituspäätös sekä rakennuslupapäätös. Lupien hakuprosessi voi kestää puolesta vuodesta yli vuoteen, joissakin tapauksissa jopa pidempään. (Pantzar 2011, 6.) Maatalousrakentamiseen liittyy paljon lainsäädäntöä. Tuettuun maatalousrakentamiseen liittyvät omat velvoitteet, jotka on pantu voimaan asetuksilla. Rakentamista koskee luonnollisesti myös rakennuslainsäädäntö. Lisäksi maataloudesta johtuvien merkittävien ympäristövaikutusten vuoksi maatalousrakentamiseen liittyy ympäristölainsäädäntö ja sen nojalla annettuja säädöksiä. Tähän kappaleeseen on koottu eläinsuojan rakentamiseen liittyvää lainsäädäntöä.

4.1 Investointituki nautakarjataloudessa

Maatalouden rakentamiskustannuksiin voi hakea investointitukea. Tuen hakijalta edellytetään täysikäisyyttä, maatalouden harjoittamista elinkeinona ja riittävää ammattitaitoa. Hallinnan kuulussa kahdelle tai useammalle henkilölle tukea on haettava yhdessä. Rakentamisinvestoinnissa tukea maksetaan aina yli 7 000 euroa. Tätä pienempiin investointeihin tukea ei ole mahdollista saada. Kilpailukykyyn ja nykyaikaistamiseen liittyvässä investoinnissa, kuten navetan rakentamisinvestoinnissa, tukea voidaan myöntää enintään 1 200 000 euroa maatilaa kohti. Uuden lypsykarjapihaton rakennusinvestoinnin tuen edellytyksenä on eläinten jaloittelumahdollisuus pihaton yhteydessä olevalla jaloittelutarhalla tai laitumella. Parsinavetan kohdalla tukea voidaan myöntää vain peruskorjaukseen, joka ei lisää parsipaikkojen lukumäärää. (Ruokavirasto 2024a.)

Tukihakemuksen kohteena olevaa rakennuspaikkaa koskee EU:n metsäkatoasetus (EUDR). Asetuksella halutaan ennaltaehkäistä metsäkatoa ja metsien tilan heikentymistä sekä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja biologisen monimuotoisuuden vähenemistä. Asetuksen piirissä olevia raaka-aineita ovat nauta, puu, kahvi, öljypalmu, soija, kumi ja kaakao. Asetus koskee maahantuontia EU:n ulkopuolelta, vientiä EU:n ulkopuolelle, kaupankäyntiä tai jatkojalostusta EU:n markkinoilla sekä kotimaan tuotantoa. (Ruokavirasto 2024b.) Investointitukihakemusta varten on toimitettava metsäkatoasetusta koskeva vakuutus (Ruokavirasto 2024a). Metsäkatoa aiheutuu, kun metsää raivataan pysyvästi muuhun käyttöön (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.).

4.2 Eläinsuojan ympäristöluvan- ja ilmoituksenvaraisuus

Eläinsuojan luvan- tai ilmoituksenvaraisuus määräytyy lähtökohtaisesti eläinmäärän tai eläinyksikkömäärän perusteella. Luvan- tai ilmoituksenvaraisuus määräytyy eläinmäärän perusteella, jos eläinsuojan kaikki eläimet ovat samaa lajia ja samassa kasvatusvaiheessa. Muussa tapauksessa luvan- ja ilmoituksenvaraisuus määräytyy kokonaiseläinyksikkömäärän perusteella. Lypsykarjatilin osalta ympäristölupa vaaditaan, jos lypsylehmiä on vähintään 300. Ilmoituspäätös pätee puolestaan silloin, kun lypsylehmiä on vähintään 50 ja alle 300 tai kokonaiseläinyksikkömäärä vähintään 250. Eläinyksikkömäärän laskemiseen käytetään ympäristönsuojelulain liitteen 3 mukaisia eläinyksikkökertoimia. Taulukkoon 3 on kirjattu nautakarjatilin osalta olennaiset kertoimet. Eläinmäärästä riippumatta toiminta edellyttää ympäristölupaa, mikäli toiminta saattaa aiheuttaa vesistön pilaantumisen riskin, jätevesien johtamisesta saattaa aiheutua ojan, lähteen tai noron pilaantumista ja toiminta saattaa aiheuttaa kohtuutonta rasiutusta, josta on säädetty eräistä naapuruussuhteista annetun lain

(26/1920) nojalla. Lupa vaaditaan myös toiminnan sijoituessa vedenhankintakäyttöön soveltuvalle pohjavesialueelle tai jos toiminta voi aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen riskin. Lisäksi ympäristönsuojelulain mukainen direktiivilaitostoiminta edellyttää ympäristölupaa. (Ympäristöministeriö 2021, 14–36.)

Taulukko 3 Nautojen eläinyksikkökertoimet (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, liite 3)

ELÄIN	ELÄINYKSIKKÖ- KERROIN
LYPSYLEHMÄ	10,8
EMOLEHMÄ	4,3
HIEHO (12–24 KK)	4,0
LIHANAUTA (SONNI 12–24 KK)	5,7
SIITOSSONNI (SONNI > 2 V)	8,1
VASIKKA 6–12 KK	3,4
VASIKKA < 6 KK	1,7

Lupahakemukseen tai ilmoitukseen vaaditaan tietoja eläinmäärästä ja lantalasta, lannan ja virtsan levitykseen käytettävissä olevasta pinta-alasta tai muusta lannan hyödyntämisestä ja mahdollisista eläinten laidun- tai jaloittelualueista. Lannan osalta on myös esitettävä tiedot varastointilavuudesta, -tavasta ja lantaloiden sijoituspaikoista. Lypsykarjatilaa koskee myös ympäristönsuojelulain mukainen selvitys maitohuoneen jätevesien käsittelystä. Hakemuksen tai ilmoituksen laatijalta edellytetään riittävää asiantuntemusta. Laatija voi olla itse toiminnanharjoittaja, mutta yleensä eläinsuojan, lantaloiden ja muiden rakennelmien rakenteista vaaditaan asiantuntijan laatimat piirrokset. Hakemuksessa tai ilmoituksessa on huomioitava myös Natura 2000 -alueet tai niiden läheisyys luonnonsuojelulain (9/2023) mukaisesti, ja tarvittaessa liitettävä luonnonsuojelulain 65 § mukainen arviointi. Lisäksi hakemuksessa tai ilmoituksessa on esitettävä arvio parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisesta toiminnassa. Paras käyttökelpoinen tekniikka eli BAT-tekniikka tarkoittaa mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä menetelmiä ja tapoja, jolla voidaan ehkäistä tai tehokkaimmin vähentää toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen. Lisäksi se on teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista. Ympäristölupahakemuksen tai ilmoituksen käsittelyssä huomioidaan suunnitellun alueen kaavamääräykset, toiminnan vaikutukset pohjavesiin ja maaperään, toiminnan terveystaikutukset, Natura 2000 -alueiden ja luonnonsuojelualueiden läheisyys sekä naapureiden läheisyys. Sijoituspaikan soveltuvuuden arviointiin huomioidaan myös tulvariskien hallinnasta annetun lain (620/2010) mukainen tulvariskien hallintasuunnitelma. (Ympäristöministeriö 2021, 38–45.)

4.3 Ympäristönsuojelun vaatimukset

Maatalouden ympäristönsuojelua ohjataan monipuolisesti lainsäädännöllä. Maatalouden ympäristönsuojeluun liittyviä säädöksiä ovat ympäristönsuojelulainsäädäntö, vesilainsäädäntö, maankäyttö- ja

rakennuslainsäädäntö, jätelainsäädäntö sekä kemikaalilainsäädäntö. (Ympäristöministeriö 2021.) Ympäristönsuojelulaki (527/2014) on yleislaki ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi. Ympäristönsuojelulaisissa on säädetty maaperän, ilman ja vesien suojelusta. (Suomen ympäristökeskus & Ympäristöministeriö 2024.) Laki velvoittaa toiminnanharjoittajaa olemaan selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskien hallinnasta ja mahdollisuuksista haittavaikutusten vähentämiseksi. Laki kieltää maaperän ja pohjaveden pilaamisen sekä vaaran aiheuttamisen. Laissa on määritelty toiminnot, joihin sisältyy riski ympäristön pilaumisesta. Toiminnot edellyttävät ympäristöluvan, ilmoituspäätöksen tai rekisteröimisen. Ympäristönsuojelulla on myös pantu Suomessa toimeen EU:n teollisuuspäästädirektiivi, joka on huomioitava lannan kompostoinnissa ja biokaasulaitoskäsittelyssä, sekä päästökattodirektiivi, joka maatalouden osalta koskee erityisesti ammoniakkipäästöjä. (Ympäristöministeriö 2021, 16–19.)

Maatalouden vesienhoidon tavoitteena on hillitä vesistöihin kohdistuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Vesien hoitoon liittyy olennaisesti ympäristönsuojelulain nojalla annettu nitraattiasetus (1250/2014), jonka tarkoituksena on suojella vesiä maataloudesta peräsin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta. Asetuksen sovelluskohteita ovat muun muassa lannan ja orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi, lannoitteiden levitys sekä kotieläinsuoja ja jaloittelualue. Vesipuidedirektiivin tavoitteena on pinta-, pohja- ja rannikkovesien hyvä ekologinen ja kemiallinen tila sekä pohjavesien osalta lisäksi hyvä määrällinen tila. Edellä mainitun saavuttamiseksi on kehitetty vesienhoidon suunnittelujärjestelmä, jonka toimenpiteitä ohjataan sekä lainsäädännön keinoilla että maataloustukien kautta. (Ympäristöministeriö 2021, 17–23.)

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) sisältää muun muassa yleisiä rakentamista koskevia edellytyksiä, olennaisia teknisiä vaatimuksia ja rakentamisen lupamenettelyyn liittyviä asioita. Teknisiä vaatimuksia ovat muun muassa rakenteiden lujuus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, ääniolosuhteet ja energiatehokkuus. Tarkempaa tietoa on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Rakentamisessa on huomioitava kaavamääräykset ja kunnan rakennusjärjestys. Eläinsuojan ja siihen liittyvien rakennusten rakentaminen vaatii rakennusluvan ja rakennelmien rakentaminen toimenpideluvan. (Ympäristöministeriö 2021, 30.) Rakennuksen ja toimintojen sijoituspaikan hyväksyttävyyden arvioidaan rakennuslupamenettelyssä. Sijoituspaikan tarkastelussa huomioidaan myös naapurussuhdelaki, sillä toiminta ei saa aiheuttaa kohtuutonta rasitusta. Kohtuutonta rasitusta voivat aiheuttaa muun muassa pöly, haju, melu ja valo. Arviointiin vaikuttavat muun muassa rasituksen tavanomaisuus ja voimakkuus.

Jätelaila (646/2011) pyritään ehkäisemään jätteistä aiheutuvaa terveys- ja ympäristöhaittaa sekä vähentämään jätemäärää ja jätteiden haitallisuutta. Tavoitteena on myös edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä. Jätteiden tarkemmat säännökset on koottu valtioneuvoston asetukseen jätteistä (179/2012). (Ympäristöministeriö 2021, 28.) Jätelain nojalla on noudatettava etusijajärjestystä, jonka mukaan syntyvän jätteen määrää on ensisijaisesti vähennettävä. Syntynyt jäte puolestaan on valmistettava uudelleenkäyttöön tai kierrätettävä. Kierrätykseen kelpaamaton jäte on hyödynnettävä muulla tavoin ja viimeisimpänä vaihtoehtona loppukäsiteltävä. Järjestämisvastuu jätehuollon osalta on lähtökohtaisesti maatalouden harjoittajalla, kun taas kunta on vastuussa vaarallisesta jätteestä jätemäärien ollessa kohtuullisia. Eläinsuojan jätteenhuollon osalta on huomioitava eläintautien ehkäisy ja kunnalliset jätehuoltomääräykset. (Ympäristöministeriö 2021, 107.) Jätevesistä on ympäristönsuojeluasetuksen (713/2014, 5 §) mukaan oltava selvitys eläinsuojan ympäristölupahakemuksessa

tai ilmoituksessa. Jätevesiin lukeutuvat maitohuoneen pesuvedet, eläinsuojan pesuvedet ja eläinsuojan sosiaalitulojen talousjätevedet. (Ympäristöministeriö 2021, 113.)

Kemikaalilailailla (599/2013) pyritään suojelemaan ympäristöä ja terveyttä kemikaalien haitoilta. Ympäristön pilaantumisen riskin aiheuttamaa toimintaa koskee myös EU:n kemikaalilainsäädännön mukaiset asetukset, kuten REACH- ja CLP-asetus. Kemikaaliturvallisuuslaki (390/2005) puolestaan pyrkii ehkäisemään kemikaalien käytöstä, varastoinnista ja säilytyksestä aiheutuvia terveys-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja. Laki koskee myös eläinsuojia. (Ympäristöministeriö 2021, 31.) Maataloudessa yleisiä kemikaaleja ovat muun muassa polttoaineet, kasvinsuojeluaineet, pesuaineet ja säilöntäaineet. Kemikaalien käsittelyssä ja varastoinnissa on noudatettava kemikaaliturvallisuuslainsäädäntöä, mutta ympäristölupa tai ilmoituspäätös voi sisältää myös erillisiä määräyksiä. (Ympäristöministeriö 2021, 109.)

4.4 Tuetun maatalousrakentamisen vaatimukset

Investointituki maatalousrakentamisessa asettaa omat ehtonsa investoinnille asetusten muodossa. Lypsykarjatilaa koskevista rakennusteknisistä ja toiminnallisista asioista on säädetty maa- ja metsätalousministeriön asetuksella tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista (610/2023). Asetuksessa on vaatimuksia muun muassa rakennuksen sijaintiin, kuljetusreitteihin, valaistukseen, lattiarakenteeseen, karsinoihin, lypsyosastoon ja jaloittelualueeseen liittyen. Asetukseen on taulukoitu vähimmäismitoitukset parsien, karsinoiden, käytävän, ruokintapöydän ja rakolattian osalta. Lisäksi vaatimuksia on asetettu juomapaikkojen vähimmäismäärälle ja valaistuksen vähimmäisvoimakkuudelle. Ympäristönsuojelun puolestaan huomioi maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista ympäristönsuojeluvaatimuksista (606/2023). Asetuksessa on esitetty vaatimuksia muun muassa lannan varastointilavusta, jätteiden varastoinnista ja puristenesteiden keräyksestä. Lisäksi rakenteellisia määräyksiä löytyy lattian, lantakourujen ja -kanavien, lantalan, virtsasäiliön sekä jaloittelualueen osalta.

4.5 Lainsäädännön muutokset

Lainsäädäntöön tulee aika ajoin muutoksia. Tällä hetkellä muutostarvetta aiheuttaa erityisesti hiili-neutraaliudelle asetetut tavoitteet. Rakentamiseen liittyen on tulossa merkittävä lakiuudistus, sillä 1.1.2025 astuu voimaan uusi rakentamislaki. Tämän myötä maankäyttö- ja rakennuslaista (132/1999) kumotaan rakennusosuus, ja lain uudeksi nimeksi tulee alueidenkäyttölaki. Alueidenkäyttölaki on tällä hetkellä ympäristöministeriön asettaman työryhmän uudistettavana. Tavoitteena on antaa lakiesitys eduskunnalle kevätistuntokaudella 2025. (Ympäristöministeriö n.d.) Rakentamislaki puolestaan on voimassa jo 2025 alkaen, ja sen myötä rakentamisen lupaprosessiin edellytetään hiilijalanjälkilaskentaa. Nykyinen vaatimus materiaaliselosteesta kumotaan ja tilalle tulee rakentamislupavaiheessa esitettävä tuoteluettelo. Myös hiilikädenjälkilaskentaa edellytetään loppukatselmuksen yhteydessä. Laki sisältää myös asetuksenantovaltuudet muun muassa ilmastoselvitykselle, joka astuisi voimaan vasta vuonna 2026. (Saint-Gobain Finland 2024.)

5 RAKENTEELLINEN JA TOIMINNALLINEN SUUNNITTELU

Ilmastonmuutoksen myötä rakentamista on alettu ohjaamaan koko ajan kestävämpään suuntaan. Merkittäviä ympäristövaikutuksia aiheutuu rakennusmateriaaleista sekä rakennuksen käytön aikaisesta energian käytöstä. Myös maansiirtotyöt ja pohjarakentaminen voivat vaikuttaa isolta osin rakentamisen hiilijalanjälkeen. Rakennuksen sijainnin suunnittelulla ja materiaalityöskäytöksillä voidaan vaikuttaa rakentamisesta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin (Bionova Oy 2017, 11; Khaleel 2021, 23–24).

5.1 Pohjarakentaminen

Varsinainen rakentamistyö alkaa maanrakennus- ja perustustöillä. Maanrakennuksessa maaperää muokataan käyttötarkoitukseen sopivaksi, mikä voi tarkoittaa esimerkiksi maaperän kaivamista, tasoittamista tai täyttämistä. Maanrakennustöissä voi olla tarpeen kuljettaa kaivettua maa-ainesta pois ja tuoda uutta tilalle. (Koneurakointi Närvenen n.d.) Maaperän laatu ja ominaisuudet määrittävät perustustavan. Maan kantavuus on oleellinen tekijä perustustavan valinnassa. Rakentamisen kannalta parhaita ovat karkearakeiset lajittuneet maalajit, sillä ne ovat kantavia eivätkä roudi. Myös moreenimaalajit ovat usein kantavia, mutta hienoainesmoreeni on routiva ja vaatii stabilointia. Lisäksi moreenimaiden kaivettavuus on haastavampaa. Ongelmallisia puolestaan ovat hienorakeiset maalajit, ja niiden lisäksi jyrkät maastonmuodot. (Geologian tutkimuskeskus 2009.) Kuvassa 2 on esitetty maalajien geotekninen luokitus.

Maalajiryhmä	Maalaji	Lyhennys	Lajitepitoisuus, paino-%			Raekoko d_{50} , mm
			Savi	Hienoaines	Sora	
Eloperäiset maalajit	Turve	Tv				
	Lieju	Lj				
Hienorakeiset maalajit	Savi	Sa	≥ 30			
	Siltti	Si	< 30	≥ 50	< 5	$\leq 0,06$
Karkearakeiset maalajit	Hiekka	Hk		< 50	≤ 50	$> 0,06 \dots 2$
	Sora	Sr		< 5	> 50	$> 2 \dots 60$
Moreenimaalajit	Silttimoreeni	SiMr		≥ 50	≥ 5	$\leq 0,06$
	Hiekkamoreeni	HkMr		$5 \dots 50$	$5 \dots 50$	$> 0,06 \dots 2$
	Soramoreeni	SrMr		≥ 5	> 50	> 2

Kuva 2 Kuvaleike Suomen ympäristökeskuksen raportista (Ronkainen 2012)

Maaperätutkimus on syytä teettää, mikäli on epävarma maaperän koostumuksesta tai koostumus vaihtelee, maaperä sisältää hienorakeisia maalajeja tai kyseessä on rakentaminen rinteeseen. Tutkimuksessa on oleellista selvittää, mitä maalajeja tontti sisältää, miten paksuja maakerrokset ovat ja mikä on pohjaveden pinnankorkeus. Maastotarkastelu voi olla riittävä, jos tontin maaperässä on tiiviitä karkearakenteisia maakerroksia tai kalliota. (Rakennustutkimus RTS Oy & Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy n.d.) Maaperän lisäksi perustustapaan vaikuttavat rakennuksen koko ja käyttötarkoitus. Perustustapoja ovat antura- ja pilariperustukset, maanvarainen laattaperustus ja muut perustustavat, kuten paaluperustus. Näistä yleisin on anturaperustus. Anturaperustus soveltuu hyvin useimpiin maaperiin. Pilariperustus puolestaan soveltuu hyvin kantavalle maalle ja paaluperustus heikosti kantavalle maalle. Maanvarainen laattaperustus taas soveltuu kohteeseen, jossa kuormitus halutaan jakaa tasaisesti suurelle alueelle. (Maanrakennus Jokinen Oy n.d.; Oksala 2016, 9–10.)

Rakentamisvaiheessa merkittävä osuus hiilijalanjäljestä voi muodostua maanrakennus- ja perustustyöstä. Perustus ja raskaat rakenteet aiheuttavat suuren osan rakennusvaiheen hiilijalanjäljestä. Sen sijaan maanrakennuksesta aiheutuvassa hiilijalanjäljessä on hyvinkin suurta vaihtelua eri kohteiden välillä. Maanrakennustyöt voivat olla tehtävistä toimenpiteistä riippuen rakennusvaiheen pienin tai jopa suurin hiilijalanjäljen aiheuttaja. (Ruuska, Häkkinen, Vares, Korhonen & Myllymaa 2013, 16.) Rakennuksen sijainnilla on suuri merkitys ympäristövaikutusten kannalta. Mitä vähemmän maaperää tarvitsee muokata, sitä pienemmäksi jäävät myös vaikutukset ympäristöön. Pienempi muokaus-tarve tarkoittaa myös pienempiä rakennuskustannuksia. Näin ollen rakennuksen sijainnin optimointiin kannattaa kiinnittää huomiota suunnitteluvaiheessa. Maanmuokkaustarpeen lisäksi sijaintia on tärkeä suunnitella myös logistisesta näkökulmasta. Lisäksi sijoittelussa on tärkeää ottaa huomioon viihtyisyys. (Khaleel 2021, 23; Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy 2024.)

5.2 Rakennusmateriaalien ekologisuus

Energiätehokkuuden parantumisen myötä myös materiaalitehokkuus on noussut keskeiseksi tekijäksi rakennusten päästöjen vähentämisessä. Tavoitteena rakennusmateriaalivalinnoissa on pyrkiä materiaalien ekologisuuteen, kestävyteen ja pitkäikäisyyteen. (Bionova 2017, 2.) Yleisimmät pääarakennusmateriaalit Suomessa ovat puu, betoni ja teräs (Harju 2023, 13). Vuonna 2017 aloitetuissa rakennushankkeissa suosituin päämateriaali on ollut betoni. Betonin osuus on ollut rakennusalasta 50 %, puun 36 % ja teräksen 12 %. Maatalousrakennuksissa puolestaan on käytetty eniten puuta ja terästä. (Rakennusteollisuus RT ry 2020.) Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki on riippuvainen monesta eri tekijästä. Hiilijalanjälkeen vaikuttaa raaka-aineen alkuperä, eli onko raaka-aine neitseellinen vai käytetäänkö kierrätettyä materiaalia. Hiilijalanjälkeen vaikuttavat myös raaka-aineen hankintatapa ja kuljetusmatkojen pituus. Eri tuotteiden valmistusprosesseissa ja energiantarpeessa on suuria eroja. Myös samasta raaka-aineesta tehdyt tuotteet voivat erota suuresti hiilijalanjäljeltään. Korkean jalostusasteen tuotteilla hiilijalanjälki on suurempi kuin raakamateriaalin. Taulukossa 4 on esitetty esimerkkituotteiden hiilijalanjälkiä valmistettua tuotekiloa kohti ja taulukossa 5 eri tuotteiden valmistusenergian tarvetta. (Koskela, Korhonen, Seppälä, Häkkinen ja Vares 2011, 20–22; Mäensalo 2018, 19.) Rakennustuotteista on jo melko laajasti saatavilla tietoa niiden elinkaariaikaisista ympäristövaikutuksista. Tietoja voi vertailla tuotteiden EPD-ympäristöselosteiden (Environmental Product Declaration) avulla. EPD perustuu EN 15 804 -standardiin. (Kiwa Inspecta n.d.)

Taulukko 4 Erilaisten tuotteiden hiilijalanjälkiä valmistettua tuotekiloa kohden (Koskela, Korhonen, Seppälä, Häkkinen & Vares 2011)

Tuote	g CO ₂ ekv / tuotettu kg
Kuumamuokattu teräslevy	730
Teräspalkit ja -putket	1 090
Valmisbetoni	140
TT-laatta	210
Raakapuu	70
Pinnoittamaton koivuvaneri	720

Taulukko 5 Erilaisten tuotteiden energiankulutus valmistettua tuotetonna kohden (Mäensalo 2018)

Tuote	Energiankulutus kWh/tonni
Sahatavara	150–270
Liimapuu	1 050–1 170
Betoni	400–540
Betonielementti	1 000–2 000
Sementti	1 250–1 390
Teräs	9 000–10 000

Betoni valmistetaan kiviaineksesta, sementistä ja vedestä, ja käyttökohteen mukaan erilaisista lisäaineista. Betonia voidaan käyttää rakentamisessa hyvin monipuolisesti, ja lujuusominaisuuksiensa vuoksi se voi olla vaikeasti korvattavissa tietyissä kohteissa. Suurin osa talon- ja infrarakentamiseen käytetystä betonista on valmisbetonia (Laine ym. 2020, 21). Betonin hiilijalanjäljestä suurin osa muodostuu sementin valmistamisesta. Sementin valmistus vaatii suuren määrän lämpöenergiaa. Suurin osa betonista on kiviainesta, joka on louhittua, valmistettua tai mahdollisesti myös jonkin muun tuotteen sivutuote tai uusiomateriaali. Kiviaineksen suurin päästö aiheutuu louhinnasta. (Harju 2023, 15–16.) Betonin hyviä puolia ovat lujuus, pitkäikäisyys, huoltovapaus ja kierrätettävyys. Ympäristön kannalta huonoimpia puolia ovat sementin valmistuksen päästöt ja betonin runsaat lisäaineet, joita voi liueta ympäristöön käytön aikana. (Mäensalo 2018, 32–36.)

Suurin osa Suomen sahatavaran tuotannosta menee rakentamiseen suoraan tai jalostettuna tuotteena. Jalostettu puu voi olla mekaanisesti muotoiltua sekä yhteen liimattua tai liitettyä puuta. Puutuotteiden hiilijalanjälkeen vaikuttavat merkittävimmin fossiilisten polttoaineiden käyttö raaka-aineen hankinnan ja kuljetusten yhteydessä. Valmistusprosessin osalta erityisesti puun kuivattamiseen tarvitaan paljon energiaa. Valmistuksessa käytetään kuitenkin suuremmaksi osaksi uusiutuvaa bioenergiaa. Päästöjä aiheutuu jossakin määrin myös jalostetuissa tuotteissa käytettävistä liimoista ja pinnoitteista. Huomioitavaa kuitenkin on, että esimerkiksi liimapuun valmistus kuluttaa vähemmän puuta kuin käsittelemättömät puuosat. Puun hyviä puolia ovat kestävyys, pitkäikäisyys ja monipuoliset käyttömahdollisuudet. Lisäksi puu on uusiutuva luonnonvara. Myös puurakenteet ovat jossakin määrin kierrätettävissä, ja polttokelpoinen puu voidaan hyödyntää polttoaineena. (Laine ym. 2020, 23; Harju 2023, 19–20.) Puun huono puoli on kosteusherkkyys, mikä voi johtaa kosteus- ja homevaurioihin. Tämän vuoksi puuta painekyllästetään kemikaaleilla, mikä tekee siitä ongelmajätettä ja voi aiheuttaa sekä ympäristö- että terveyshaittoja. (Mäensalo 2018, 36.)

Teräs on raudan ja hiilen seos, jossa raudan osuus on noin 98 % ja hiilen alle 1,7 %. Loput ovat muita seosaineita, esimerkiksi ruostumattomassa teräksessä nikkeliä ja kromia. Ominaisuudet ovat riippuvaisia hiilipitoisuudesta, seosaineista ja valmistusprosessista. Rakentamisessa käytetään yleisesti terästä, jonka hiilipitoisuus on alle 0,18 %, sillä se on lujaa ja hyvin hitsattavaa. (Demir 2023, 10–11.) Terästä voidaan valmistaa sekä rautamalmista, jolloin rautaoksidi pelkistetään hiilen avulla raudaksi, että romumetallista, jolloin romumetalli jalostetaan uudelleen teräkseksi sulattamalla se

valokaariuunissa. Romumetallipohjainen valmistus vaatii vähemmän energiaa ja hiilidioksidipäästöt ovat noin neljäsosa malmipohjaiseen valmistukseen verrattuna. (Laine ym. 2020, 20; Harju 2023, 22.) Teräksen hiilijalanjälkeen vaikuttavat merkittävimmin metallien louhiminen ja valmistamisprosessiin tarvittava energia (Mäensalo 2018, 37). Tuotantoon tarvitaan moninkertaisesti raaka-aineita valmistetun tuotteen määrään verrattuna. Valmistuksessa käytetään myös runsaasti vettä, ja tuotannossa syntyy haitallista jätettä. Maailmanlaajuisten markkinoiden vuoksi kuljetusten päästöt voivat olla hyvinkin suuret, sillä metallien louhinta, tuotteen valmistus ja myynti voivat kaikki sijoittua eri maihin. Teräksen hyviä puolia ovat sen monikäyttöisyys ja rakenteiden vahvuus suhteessa niiden kokoon. Teräs on myös pitkäikäinen materiaali, eikä valmis teräsrakenne kuormita luontoa. Suomessa teräksen kierrätysaste on hyvin korkea, ja maailmanlaajuisestikin teräs on kierrätetyin materiaali. (Harju 2023, 22–24; Mäensalo 2018, 33.)

Edellä mainituista rakennusmateriaaleista teräksen raaka-aineiden hankinta ja valmistusprosessi aiheuttavat suurimmat päästöt energian- ja vedenkäytön vuoksi. Myös syntyvän jätteen määrä on suurinta, mutta toisaalta myös kierrätysaste on suurin. Pääraaka-aineet kuitenkin ovat uusiutumattomia luonnonvaroja. Puu puolestaan on uusiutuva luonnonvara, ja Suomessa puuta on runsaasti käytettävissä. Kestävällä metsänhoidolla puuta myös kasvaa enemmän kuin sitä käytetään. Lisäksi puu toimii jossakin määrin hiilivarastona, eli se sitoo hiiltä itseensä. Näin ollen puurakennukset toimivat käytön aikana hiilivarastoina. (Niemelä 2021, 29–41.) Betoni sitoo myös hiiltä karbonatisoitumisen ansiosta, kun kalsiumhydroksidi reagoi ilman kanssa. Ilmiö on kuitenkin merkittävämpi rakennuksen elinkaaren loppuvaiheessa ja etenkin silloin, jos betoni murskataan ja käytetään uudelleen. (Harju 2023, 18.) Betonirakentamisen päästöt ovat rakentamisvaiheessa suuremmat puurakentamiseen verrattuna, mutta päästöjen ero kaventuu käyttöaikana. Betonin kierrätysaste on kuitenkin puuta korkeampi. (Mäensalo 2018, 32–33.)

5.3 Energiankäyttö

Navetan eri toimintoihin kuuluu huomattava määrä energiaa. Erilaisten järjestelmien ja rakenteellisten ratkaisujen välillä voi olla huomattaviakin eroja energiankulutuksessa. Tämä on hyvä ottaa huomioon uutta navettaa rakentaessa, mutta erilaisia energiansäästöratkaisuja voi hyödyntää myös olemassa oleviin navettoihin. Navetan toiminnoista ruokinta vaatii eniten energiaa. Eläimille jaetaan karkearehua ja väkirehua. Ruokinta voidaan toteuttaa joko erillisruokintana tai aperuokintana. Erillisruokinnassa karkearehu ja väkirehu jaetaan erikseen, ja aperuokinnassa karkearehu ja väkirehu sekoitetaan esimerkiksi apevaunussa. Erillisruokinnassa väkirehun määrä on yksilökohtainen, kun taas aperuokinnassa määrä on ryhmäkohtainen. Väkirehun varastoinnin sijoittamisessa on tärkeää huomioida kuljetusmatkan pituus. Energian säästämiseksi kuljetusmatka tulisi pyrkiä minimoimaan mahdollisimman lyhyeksi ja suunnitella reitti mahdollisimman suoraksi. Karkearehun jakaminen vaatii eniten energiaa. Yleinen tapa on varastoida karkearehu laakasiiloon. Myös karkearehun osalta kuljetusmatka on hyvä suunnitella mahdollisimman pieneksi. Rehumäärät voivat kuitenkin olla niin suuria, ettei kaikkea ole mahdollista varastoida navetan välittömään läheisyyteen. Tällöin energian säästämiseen voidaan vaikuttaa muun muassa kuljettamalla mahdollisimman suuria rehumääriä kerralla, ja rehuhävikin kannalta suosimalla leikkaavia irrotusmenetelmiä repivien menetelmien sijasta. Aperuokinnassa tärkeää on käyttää tilan tarpeeseen ja tilan rehulle soveltuvaa apevaunua, sillä eri apevaunujen välillä voi olla huomattaviakin eroja. (Turunen n.d.-c.)

Robottilypsyssä energiaa kuluttavat tyhjöpumpun toiminta, pesuveden lämmittäminen, paineilma sekä sähkö muihin tarpeisiin. Laitteistojen huoltaminen ja seuranta on tärkeää, sillä mahdolliset paineilma- ja alipainevuodot lisäävät energiankulutusta. Konetilan ilmanvaihto vaikuttaa paineilmakompressorin ja tyhjöpumpun energiankulutukseen. Energiankulutus on sen suurempaa, mitä kuumempaa ilmaa paineilmakompressori ja tyhjöpumppu siirtävät. (Turunen n.d-d.) Energiaa kuluu myös maidon jäädytykseen ja varastointiin sekä sekoitukseen ja laitteiston pesuun. Maito jäädytetään noin + 4 C°:een ja säilytetään tilasäiliössä korkeintaan 48 tuntia. Maidon jäädyttäminen kuluttaa enemmän energiaa verrattuna kylmänä pitämiseen varastoinnin aikana. Jäädytyksessä syntyy lämpöä, mikä kannattaa ottaa talteen. Huomattavaa säästöä voi tuoda myös maidon esijäädytys. Näiden kannattavuutta on kuitenkin mietittävä tilakoon mukaan. Sekä maidon esijäädyttimen että lämmöntalteenoton hankinta voi olla järkevää useamman sadan lehmän tilalla. Maidonvarastoinnin energiankulutukseen voidaan vaikuttaa laitehankinnoilla ja niiden käyttötavoilla. Tilasäiliön ei kannata olla liian ylimitoitettu. Tilasäiliön sijoittamisessa kannattaa huomioida, että sille olisi mahdollisimman edulliset olosuhteet eli mahdollisimman viileä tila. Hyvin eristetty säiliö vähentää lämpöhäviötä. (Turunen n.d-b.)

Lannanpoiston energiankulutukseen voidaan vaikuttaa hyvällä suunnittelulla ja energiatehokkailla laitteilla. Pihatossa lantakäytävä voi olla joko avokouru tai ritiläpalkkilattia. Avokouru on kiinteä lattia, kun taas ritiläpalkkilattian alla on kuilu. Avokouru on kustannustehokkaampi, sillä ritiläpalkit ja liete-kuiluelementit ovat kalliita, ja perusrakenteita ei tarvitse viedä niin syvälle kuin ritiläpalkkilattiassa. (Kuivinen 2016, 10; Turunen n.d-a.) Avokouru vaatii kuitenkin tiheämmän puhdistusvälin. Lannanpoiston on tärkeää olla tehokasta ja toimivaa. Lannanpoistojärjestelmissä vaihtoehtoina ovat erilaiset raapat ja puhdistusrobotit. Köysi-, vajeri- ja liinavetoinen raappa sopii sekä kiinteälle että rakolattialle. Hydraulinen raappa on suunniteltu kiinteälle lattialle. Ritiläpalkkilattialle soveltuu puhdistusrobotti, joka työntää lannan ritilän raoista lantakuiluun. Nykyään on saatavilla myös kerääviä robotteja, jotka soveltuvat kiinteille lattioille. (Leikkanen 2019, 15–17.) Energiankulutuksen kannalta järjestelmä on hyvä suunnitella mahdollisimman yksinkertaiseksi, ja kiinnittää huomioita päivittäiseen käsittelykertojen määrään. Navetan toiminnan suunnittelulla voidaan vaikuttaa myös lannan käsiteltävyyteen. Erilaiset kuivikkeet käyttäytyvät eri tavoin. (Turunen n.d-a.) Kuivitusratkaisu on myös tärkeää huomioida jo suunnitteluvaiheessa varastoinnista levitykseen asti. Erilaisia kuivikemateriaaleja on runsaasti tarjolla, ja niiden soveltuvuutta tulee arvioida käyttökohteen mukaan.

Erilaiset kuivikemateriaalit eroavat toisistaan myös niiden tuotannon ympäristövaikutusten osalta. Yleisimmät kuivikemateriaalit ovat turve ja puupohjaisista materiaaleista sahanpuru ja kutterinlastu. Näiden suosiota selittävät lyhyt tuotantoketju, hyvä saatavuus, edullinen hinta ja käyttökokemus. Kuiviketurve on energiateollisuuden sivutuote, jota kerätään pääosin energiaturveneroisten pintakerroksesta. Turvetuotanto on kuitenkin nähty ongelmallisena ympäristön kannalta, ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi turvetuotantoa on vähennetty (Suomen ympäristökeskus 2022). Sahanpuru ja kutterinlastu ovat pääosin puuteollisuuden sivutuotteita, joita voidaan käyttää kuivikkeena sellaisenaan tai jalostettuna. Jalostamisella voidaan parantaa laatua ja käytettävyyttä, sillä puhtaana sivutuotteen ongelmia ovat epätasalaatuisuus esimerkiksi partikkelikoon, kosteuden tai hygieenisyyden kanssa. Muita kuivikemateriaaleja ovat esimerkiksi olki ja lietelannan separointijae. Myös olki on sivutuote, mutta sen käsitteleminen pellolla vaatii energiaa. Pitkä olki aiheuttaa myös ongelmia lietelannan kanssa, minkä vuoksi olkipaalit hajotetaan esimerkiksi apevaunulla tarpeen mukaan. Separointijae saadaan erotettua lietelannasta separointilaitteistolla. Laitteistot toimivat pääsääntöisesti

sähköllä. Separointijakeen käyttöön kuivikkeena liittyy kuitenkin ongelmia hygieenisyyden kanssa, mihin yritetään tutkimusten kautta löytää ratkaisua. Yhtenä vaihtoehtona on lannan kuumakäsittely, mikä puolestaan nostaa kuivituksen energiankulutusta. (Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2023.)

Navettakokojen kasvaessa myös valaistuksen osuus energiankulutuksesta on kasvanut. Valaistuksella on suora yhteys eläinten hyvinvointiin ja sitä kautta tuottavuuteen. Led-valaisimet ovat alkaneet korvaamaan aiemmin yleisesti käytössä olleet loisteputkivalaisimet. Valaistus on tärkeää suunnitella hyvin ohjattavaksi ja säädettäväksi. Markkinoilla on tarjolla pitkäikäisiä ja huoltovapaita led-valaisimia, sekä akkuvarmenteella varustettuja valaisimia, jotka ovat käytössä myös sähkökatkon aikana. Lypsävät lehmät tarvitsevat valoisaa aikaa noin 16 tuntia vuorokaudesta, kun taas nuorkarja vain noin 8 tuntia. (Töyräkoski 2024, 24.) Eläin- ja lypsyosastojen valaistukselle on säädetty vähimmäisvoimakkuudet, jotka ovat eläintilan yleisvalaistukselle 150 lx kahden metrin korkeudella, nuorkarjan tilassa 100 lx kahden metrin korkeudella ja lypsyasemalla tai -robotilla 250 lx utarekorkeudella (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 610/2023, taulukko 9). Navetan sisäisen valaistuksen lisäksi suunnitteluvaiheessa kannattaa huomioida mahdollisuudet navetan sijoittelussa siten, että luonnonvaloa saisi hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti.

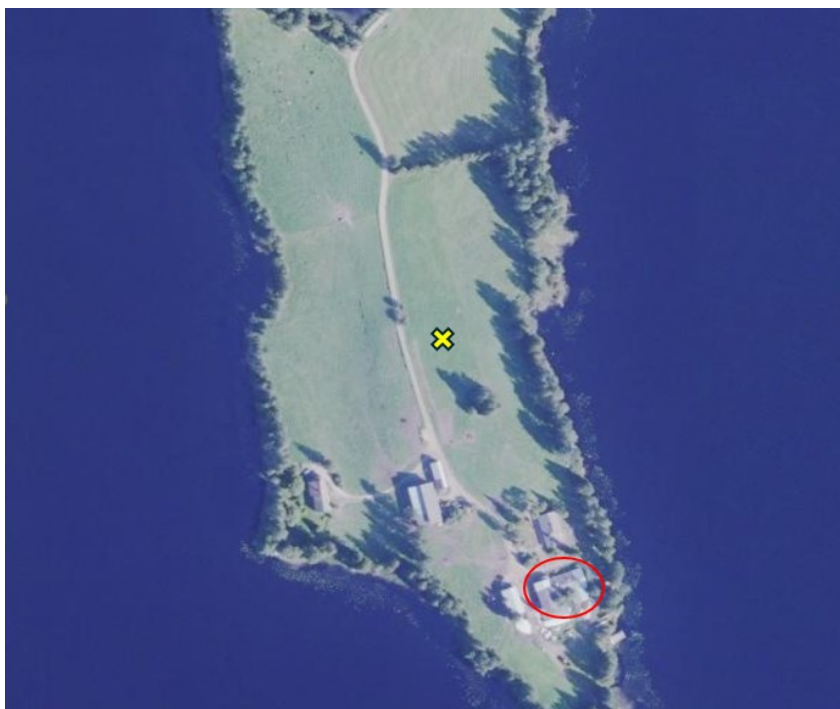
Uusissa navetoissa luonnollista ilmanvaihtoa eli painovoimaista ilmanvaihtoa on alettu suosia koneellisen ilmanvaihdon sijasta. Luonnollinen ilmanvaihto on energiatehokkaampi ratkaisu, ja aiheuttaa myös vähemmän melusaastetta (Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy 2024). Luonnollinen ilmanvaihto voidaan toteuttaa verhoseinärakenteella. Erillistä lämmitystä ei ole, vaan lämpö syntyy eläimistä. Ilma tulee kokonaan tai osittain avonaisesta verhoseinästä ja poistuu poistoaukkojen kautta. Luonnollinen ilmanvaihto on toimiva, kunhan eläinpaikat ovat täynnä. Vajaatäyttö voi aiheuttaa lisää lämmön tarvetta. Vuodenajat vaikuttavat luonnollisen ilmanvaihdon toimivuuteen. Kesällä lämpimän ja kuumen sään vallitessa verhot tai sitä vastaavat rakenteet pidetään kokonaan auki, jolloin ilma kulkee navetan avonaisten rakenteiden läpi. Kesällä vain osa ilmasta kulkee katon poistoaukkojen kautta. Talvella verhorakenteet ovat kokonaan tai osittain kiinni, ja ilmanvaihtoa säädetään verhon avulla. Säädössä on huomioitava lämpötila ja tuuli. Ilma poistuu enimmäkseen katon poistoaukkojen kautta. Hyvä eristys katossa ja navetan päädyissä ehkäisevät sisälämpötilan putoamista pakkasen puolelle, mutta hetkelliseen pakkaseen kannattaa kuitenkin varautua sisätiloissa. Verhoseinän säätö voi olla käsikäyttöinen tai automaattinen. Tuulettomana päivänä ilmanvaihtuvuuteen on käytettävissä erilaisia puhallinratkaisuja. Puhallinta voi hyödyntää myös kovan pakkasen aikaan, jolloin sisätila täyttyy herkästi sumusta. (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus 2013.) Myös tuulen suunta vaikuttaa ilmanvaihdon tehokkuuteen. Suomessa voimakkaiden tuulten vallitseva ilmansuunta on lounas. Itä-Suomessa kuitenkin luoteistuulen on todettu olevan keskimäärin lounaistuulta vallitsevampaa. Tutkimustieto perustuu 19 säähavaintoaseman tietoihin vuosilta 2010–2019 eri puolelta Suomea. (Hamberg 2023, 2–15.)

6 PELTOLAN TILA

Peltolan tila sijaitsee Kuopiossa. Tilan päätuotantosuunta on maidontuotanto, jonka lisäksi viljellään myös viljaa. Maataloustoiminnan juuret ulottuvat kauas tilan historiassa, mutta lypsykarjaa tilalle tuli vasta 1900-luvun puolivälin jälkeen. Tilan nykyinen navetta on parsinavetta, jossa lehmät lypsetään parsipaikoissa putkilypsykoneella. Navetta on rakennettu 1970-luvulla. Tuotannon kasvattamiseksi navettaa on laajennettu 2000-luvun alkupuolella. Tilalla kasvatetaan holstein-karjaa, josta lypsylehmiä on noin 30, ja kokonaisyölinäärä nuorkarja mukaan luettuna noin 60. Tila siirtyi sukupolvenvaihdoksen myötä nykyiselle isännälle vuonna 2023.

6.1 Tietoa navettainvestoinnista

Tilalle on toiveena rakentaa tulevaisuudessa yhden robotin pihattonavetta. Investoinnin myötä eläin- ja tuotantomäärät kasvaisivat automaattilypsyn myötä. Nykyistä navettaa puolestaan voisi hyödyntää nuorkarjan kasvatuksessa. Tila sijaitsee kapeassa niemessä, mikä asettaa omat rajoitteensa uudisrakentamiselle. Potentiaalinen paikka uudelle navetalle olisi nykyisen navetan pohjoispuolella sijaitsevalla laitumella. Kuvassa 3 näkyy tila ilmakuvassa, jossa vanha navetta on ympyröity punaisella, ja uuden navetan sijaintia ilmaisee keltainen ruksi.



Kuva 3 Ilmakuva Peltolan tilasta (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)

Navetan suunniteltu koko olisi karkeasti 1200–1300 m². Yhden robotin navetan mukaisesti eläinmäärä olisi noin 127, josta lypsylehmiä olisi noin 70. Lantajärjestelmänä olisi lietelanta, jonka säiliön potentiaalinen paikka olisi navetan pohjoispuolella navetasta katsoen alarinteeseen päin. Lietesäiliön tilavuuden täytyisi olla noin 2500 m³, jolloin sen halkaisija on 33 m. Rehujen varastoinnin ratkaisuna olisi varastoida rehut aluksi aumaan sopivalle pellolle, ja myöhemmin mahdollisesti tehdä betoni- tai asfalttipohjainen auma. Eläinten ulkoilu puolestaan toteutuisi laitumella.

7 NAVETTAINVESTOINNIN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN KARTOITUS

Ympäristönäkökohtien selvitystä varten perehdyin eläinsuojan rakentamiseen liittyvään lainsäädäntöön, maatalon ja maatalarakentamisen ympäristövaikutuksiin sekä navetan rakenteelliseen ja toiminnalliseen suunnitteluun. Tavoitteena oli selvittää, mitä lupa-asioita rakentaminen vaatii, onko rakentamiselle mahdollisia esteitä tai rajoitteita, ja mitä asioita pitää ottaa huomioon ympäristön näkökulmasta. Lisäksi selvitin yleisellä tasolla, mitä liittyy pohjarakentamiseen, rakennusmateriaaleihin ja energiankäyttöön, ja mitä niihin liittyen on otettava huomioon Peltolan tilalla. Opinnäytetyön painopisteenä on rakennuksen sijoittamiseen liittyvä lainsäädäntö sekä rakenteellinen ja toiminnallinen suunnittelu. Tulokset ja pohdinnat pohjautuvat teoretietoon sekä tilan omiin suunnitelmiin ja ajatuksiin erilaisista toiminnallisista ja rakenteellisista ratkaisuista. Ekologisuuden roolia maatalousrakentamisessa pohdittiin myös Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy:n kanssa Teams-kokouksen merkeissä.

7.1 Eläinsuojan ympäristölupa/ilmoitusmenettely

Eläinsuojan luvan- tai ilmoituksenvaraisuutta voidaan lähteä lähtökohtaisesti tarkastelemaan eläinmäärän tai eläinyksikkömäärän avulla. Ilmoitusmenettelyä voidaan soveltaa eläinmäärän ollessa vähintään 50 ja alle 300 lypsylehmää, ja vastaavat eläinyksikkömäärät ovat vähintään 540 ja alle 3 240 (Ympäristöministeriö 2019). Taulukkoon 6 on merkitty laskennalliset eläinmäärät, yksikkökertoimet ja eläinyksikkömäärät, jotka olen laskenut lähtötietojen pohjalta.

Taulukko 6 Peltolan tilan arvioitu eläinmäärä ja eläinyksikkökertoimien mukaan lasketut eläinyksikkömäärät

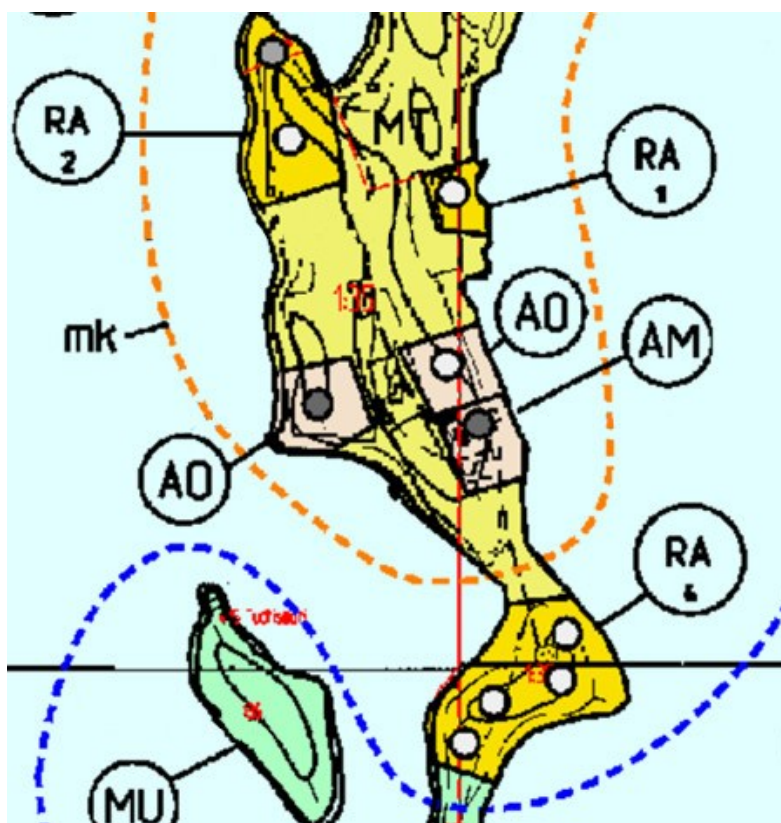
Eläinryhmä	Eläinmäärä	Eläinyksikkökerroin	Eläinyksikkömäärä
Lypsylehmä	70	10,8	756
Hieho (12–24 kk)	27	4,0	108
Vasikka (6–12 kk)	14	3,4	47,6
Vasikka (< 6 kk)	16	1,7	27,2

Taulukkoon 6 kirjatut hiehojen ja vasikoiden määrät on laskettu arviona lypsylehmien määrään suhteutettuna. Lypsylehmien määrään on laskettu mukaan myös umpikaudella olevat lehmät. Kokonaiseläinyksikkömääräksi tulisi pyöristettynä 939. Laskennassa on mukana myös hiehot, vaikkakin niiden sijoituspaikaksi on suunniteltu nykyistä navettaa. Ilman hiehoja eläinyksikkömäärä olisi noin 831. Eläinyksikkömäärän puolesta navetan rakentamiseen sovelletaan siis ilmoitusmenettelyä. Ympäristölupaa saatetaan kuitenkin vaatia esimerkiksi naapuruussuhteista annetun lain perusteella, mikäli lähimmät naapurit kokisivat toiminnan aiheuttavan kohtuutonta räsitusta.

7.2 Rakennusalue ja ympäristö

Rakennusalueeseen ja ympäristöön tutustuin omien havaintojen ja karttatiedostojen pohjalta. Suunnitellun rakennusalueen eli laitumen välittömässä läheisyydessä on vesistöä. Laitumen pohjoispäässä on myös huomattava tulvariskialue, mikä rajoittaa rakentamista vesistön lisäksi. Laitumella on myös puita, joita ei kuitenkaan ole tarpeen kaataa rakentamisen tieltä. Laitumen vierestä kulkee tilan oma yksityinen tie, jota on mahdollista siirtää tarvittaessa vähän loitommaksi, mikäli lisätalalle

tulee tarvetta. Tilaa rajaa pohjoispuolella kaksi naapuritonttia, joista toisella on vakituista asutusta ja toisella on puolestaan kesämökki. Muita hajun perusteella häiriölle alttiita kohteita ei tilan välittömässä läheisyydessä ole. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi koulut ja päiväkodit, sairaalat, kirkot, leikki- ja urheilukentät, virkistysalueet ja yleiset uimarannat (Ympäristöministeriö 2021). Selvitin kartta-aineistojen avulla mahdollisten pohjavesi-, Natura 2000- ja luonnonsuojelualueiden esiintymistä rakennusalueella ja sen lähiympäristössä. Rakennusalueelta ei löytynyt edellä mainittuja alueita. Lähin Natura 2000 -alue löytyy noin kilometrin säteeltä rakennusalueesta. Yleiskaavan (kts kuva 4) mukaan suunniteltu rakennusalue on MT-merkinnän alla, mikä viittaa maa- ja metsätalousalueeseen, tarkemmin peltoalueeseen. Merkinnän maankäyttömääräyksessä peltoalue on määrätty säilytettäväksi rakentamattomana, mikä ei kuitenkaan koske maa- ja metsätaloutta palvelevaa rakentamista. (Kuopion kaupunki 2002.)



Kuva 4 Peltolan tilan kaavoitus (muokattu lähteestä Kuopion karttapalvelu)

7.3 Rakennuksen ja toimintojen sijoittaminen

Rakennuksen ja toimintojen sijoittamisen suunnittelua varten perehdyin eläinsuojan rakentamiseen liittyvään lainsäädäntöön. Eläinsuojan ja lantalan sijoittamiseen liittyy rajoituksia ja vähimmäisetäisyyksiä. Niin sanotun nitraattiasetuksen (1250/2014) mukaan lannan varastointi, ruokinta- ja juotto- paikkojen sijoitus on kielletty pohjavesialueella, tulva-alueella, alle 50 m päähän vesistöstä, kaivosta tai lähteestä ja alle 25 m päähän ympäristönsuojelulain mukaisesta valtaojasta tai norosta. Tässä tapauksessa on huomioitava vesistö ja tulva-alue. Ilmoituksen varaisia eläinsuojia koskee vähimmäisetäisyydet (kts kuva 5), jotka on eritelty ilmoituksenvaraisessa eläinsuoja-asetuksessa (138/2019). Etäisyysvaatimuksiin vaikuttavat eläinyksikkömäärä sekä lannan käsittely- ja kattamis-

menetelmä. Asetuksen mukaan etäisyys mitataan eläinsuojan tai lantalan ulkoseinästä hajusta häiriintyvän kohteen ulkoseinään. Ympäristönsuojelulaki puolestaan edellyttää huomioimaan toiminnan sijoittamisessa vaikutusalueen herkkyyden sekä elinympäristön terveellisyyden ja viihtyisyyden.

Eläinyksikkömäärä	Eläinsuojan ja lannanvarastointitilan etäisyysvaatimukset metriä varastointitilojen kattamismenetelmään tai lannan käsittelymenetelmään mukaan					
	Lietelantalat kuorettumalla	Lietelantalat kuorettumalla ja käytössä lantakanavien jäähdytys	Lietelantaloissa kelluva tai telttamainen kate tai katto ja seinät	Lietelantaloissa kelluva tai telttamainen kate tai katto ja seinät sekä käytössä lantakanavien jäähdytys	Lietelantalassa tiivis kate, esimerkiksi betoni-kansi	Kuivikelanta, kuivikepohja tai kuivalanta, jossa virtsa eroteltuna, lantaloissa katto
540–809	150	100	100	100	100	100
810–989	200	150	150	100	100	150
990–1 099	250	200	150	100	100	150
1 100–1 649	300	250	200	150	100	200
1 650–2 089	350	300	250	200	150	250
2 090–2 475	400	350	250	200	150	300
2 476–3 024	450	400	300	250	150	350
3 025–3 229	500	450	350	250	200	400

Kuva 5 Kuvaleike ympäristölupa-asian dokumentista (Vaasan hallinto-oikeus 2021)

Lannankäsittelymenetelmäksi on suunniteltu lietelantaa, joten kuvasta 5 on nähtävissä viisi erilaista vaihtoehtoa. Eläinyksikkömäärä osuu välille 810–989, joten etäisyysvaatimukset katsotaan toiseksi ylimmältä riviltä. Pisin etäisyysvaatimus on pelkästään kuorettuvalle lietelannalle. 200 metrin etäisyysvaatimus lantalalle rajaa jo melko huomattavan osan laitumen yläosasta pois, mikä puolestaan kaventaa jo valmiiksi melko rajoitettua rakennusala. Lantakanavien jäähdytyksellä etäisyyden saisi pudotettua jo 150 metriin, mikä ei enää juurikaan rajoittaisi lantalan sijoittamista lukuun ottamatta tulva-aluetta. Myös erilaiset katetut lietelantalaratkaisut jättävät sijoittamiselle enemmän tilaa.

Sekä nitraattiasetuksessa että ilmoituksenvaraisessa eläinsuoja-asetuksessa on maininta 50 metrin suojaetäisyydestä rakennuksen ja vesistön välillä. Tämä tarkoittaa sitä, että laitumen kapeimmilta osilta rajautuu pois yli puolet pinta-alasta. Vesistö ja tulva-alue huomioiden rakennuslaksi jää noin 35–40 metrin mittainen kaistale tien reunasta rantaan päin. Kuvassa 6 on esitetty etäisyydet naapurikiinteistöön, vesistöön sekä suurpiirteinen arvio tulva-alueen rajasta pohjautuen kokemukseen ja maanpinnan muotoon korkeuskäyrän mukaan. Potentiaalista rakennusala navetalle ja sen toiminoille jäisi noin 3 000 m² eli 0,3 ha verran (kts kuva 7). Alaa voisi kuitenkin tarvittaessa laajentaa eteläsuunnassa, mikä edellyttäisi puuston kaatamista.



Kuva 6 Etäisyysvaatimusten mukaisia raja-alueita (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)



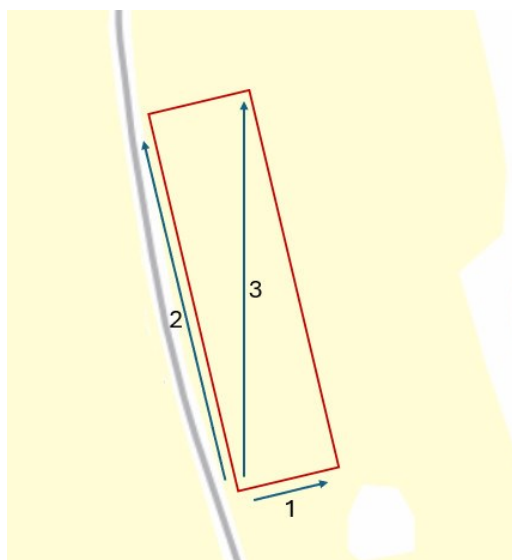
Kuva 7 Arvioitu rakentamista varten jäävä alue etäisyysvaatimukset huomioon ottaen (muokattu lähteestä Maanmittauslaitos)

7.4 Muita ympäristönsuojeluun liittyviä vaatimuksia

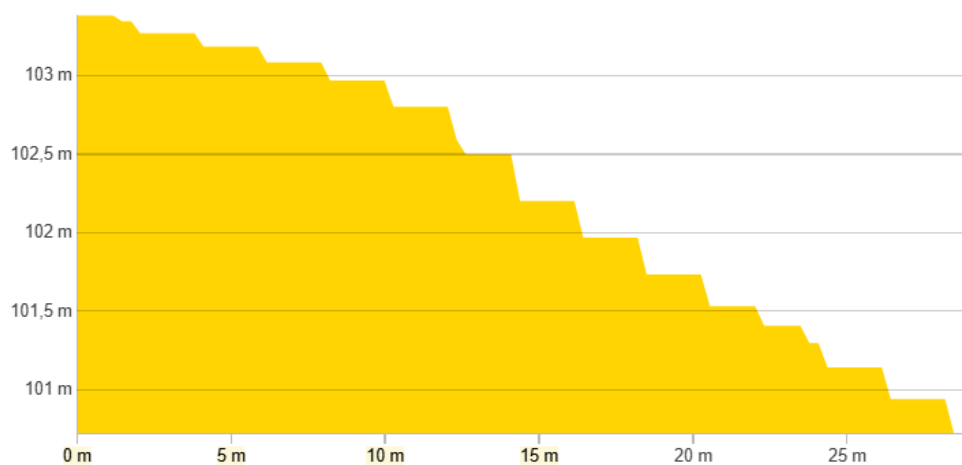
Investointituki maatalousrakentamisessa asettaa omat vaatimuksensa rakenteiden ja toimintojen osalta. Navetan lattian, lantakourun ja lantakanavien rakenteiden on oltava vesitiiviitä, ja rakenteiden päälle kertyvä neste on johdettava lietelantalaan tai virtsasäiliöön. Säiliöön ei kuitenkaan saa johtaa navetan sosiaalilojen käymäläjätevesiä. Myös lietelantalan ja virtsasäiliön rakenteet on oltava vesitiiviitä, jotta lannan ja virtsan joutuminen maaperään sekä pinta- ja pohjavesiin voidaan estää. Lietelantala on mitoitettava sopivaksi eläinmäärään nähden. Rakennussuunnitelmassa tulee esittää, miten virtsa erotetaan, ja miten liete ja virtsa johdetaan säiliöön. (Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista ympäristönsuojeluvaatimuksista 606/2023, 3–8 §.) Ympäristönsuojelulaki edellyttää, että luvan- ja ilmoituksenvaraisessa toiminnassa on käytössä paras käyttökelpoinen tekniikka, energiankäyttö on tehokasta, toiminnan päästöjä ja vaikutuksia tarkkaillaan, ja viranomaiselle toimitetaan toiminnasta raportoitavat tarpeelliset tiedot (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 2 luku 8 §).

7.5 Pohjarakentaminen

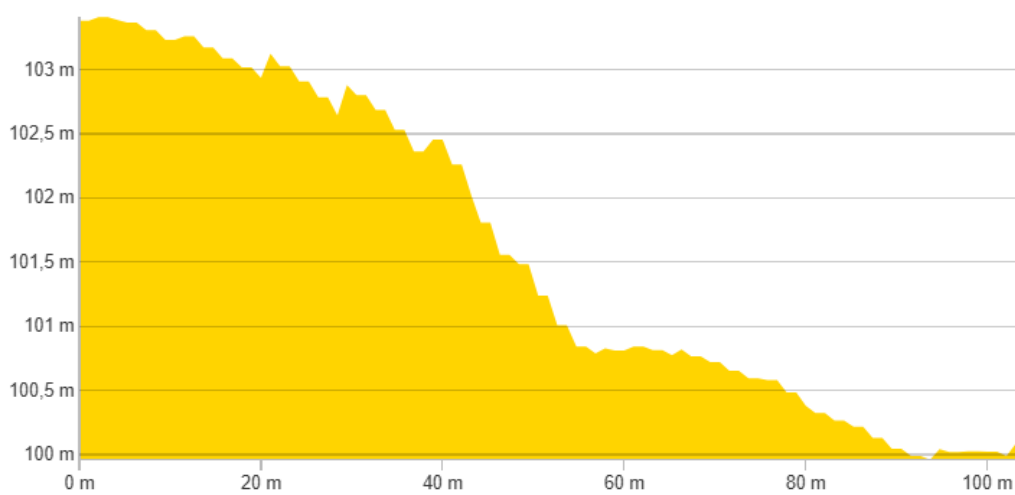
Pohjarakentamista halusin sivuta pintapuolisesti, sillä se on kuitenkin olennainen osa rakennusprojektiä. Ympäristön näkökulmasta pohjarakentamisen ympäristövaikutuksiin pystyy parhaiten vaikuttamaan sopivan sijainnin valinnalla. Mitä vähemmän maata tarvitsee muokata, sitä vähemmän ympäristörasitusta aiheutuu. Tilan kannalta kuitenkin rakentamisen sijainnissa ei juurikaan ole valinnanvaraa. Nostin esille muutamia huomioita suunnitellun sijainnin osalta. Varsinaista maaperätutkimusta laitumelle ei ole tehty, eikä kartta-aineistoistakaan löydy maaperätietoja. Maaperä ja kallion läheisyys on kuitenkin melko hyvin tiedossa peltoviljelyn ja aikaisempien kaivuutöiden perusteella. Kallio on melko lähellä maanpintaa koko tilan alueella, paikoitellen jopa pinnassa. Näin ollen syville paalu- perustuksille ei olisi tarvetta. Rakennettavaa aluetta täytyisi kuitenkin tasata, sillä alueen maastoprofiili on melko epätasainen. Kuvassa 8 näkyvän alueen korkeudet vaihtelevat noin 98,0 metrin ja 103,4 metrin välillä. Määritin arvioidun rakennusalueen maastoprofiilit maaston korkeimmasta kohdasta nurkkapisteisiin kuvan 8 mukaisesti. Kuvan 8 mukaiset maastoprofiilit on esitetty kuvissa 9, 10 ja 11.



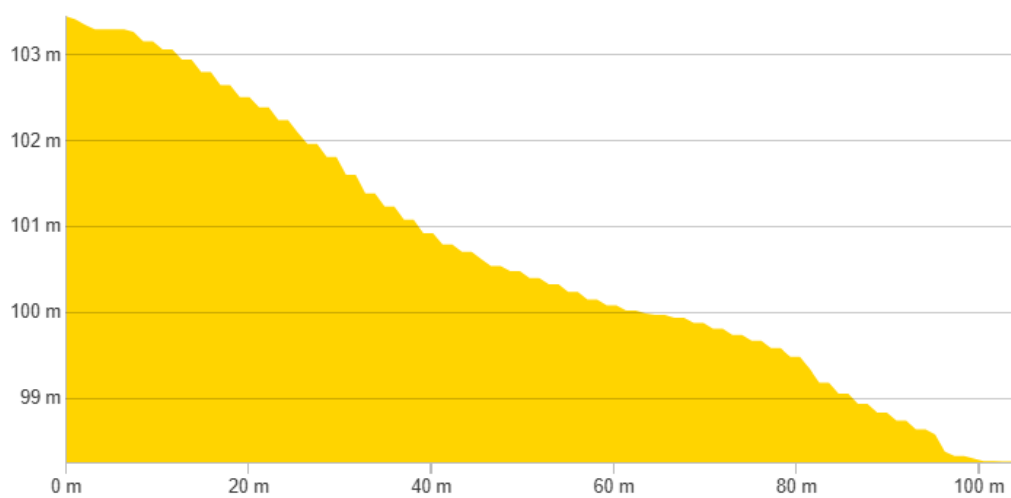
Kuva 8 Maastoprofiilien määrittämistä kuvaavat sijainnit (muokattu lähteestä Paikkatietoikkuna)



Kuva 9 Maastoprofili 1 (Paikkatietoikkuna)



Kuva 10 Maastoprofili 2 (Paikkatietoikkuna)



Kuva 11 Maastoprofili 3 (Paikkatietoikkuna)

Rakennusalueen tasaamiseksi on pohdittu kallion räjäyttämistä maaston korkeammilta osilta, jolloin räjäytyksessä syntyvää mursketta pystyisi hyödyntämään täyttömaana. Täyttömaan tarve saattaa kuitenkin olla sen verran suurta, ettei pelkästään räjäytetyn kallion hyödyntäminen ole riittävää. Yhtenä mahdollisuutena on myös rakentaa hieman loivaan rinteeseen, jolloin navettaan tulisi pientä kallistusta rakennuksen sallimissa rajoissa. Koko rakennettavan alueen tasaaminen ei myöskään ole tarpeen, sillä alaspäin viettävästä rinteestä on etua lantalan sijoittamisessa. (Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy 2024.) Lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon, olisiko täyttömaan käyttö tarpeellista myös tulva-alueella. Maanrakennustyöt on tärkeää suunnitella huolellisesti. Uusien navettainvestointien kohdalla on tullut yllätyksiä maanrakennustöiden osalta useammallakin tilalla, missä työn määrä ja kustannukset on arvioitu alakanttiin (4dBarn 2024).

7.6 Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien osalta perehdyin teorian tietoon yleisimmin käytetyistä rakennusmateriaaleista. Olen myös tutustunut nykyaikaisten navetoiden rakennusmateriaali- ja rakenneratkaisuihin tilavierailujen yhteydessä. Lisäksi erilaisia ratkaisuja on pohdittu tilan omien toiveiden mukaan. Rakennusmateriaalien välillä eroavaisuuksia löytyy materiaalien ekologisuudessa ja kustannuksissa. Myös erilaisia rakenteellisia ratkaisuja on syytä miettiä huolellisesti. Kattorakenteesta esimerkkinä on kattoristikko, joka on hyvin edullisesti toteutettava rakenne. Kattoristikko kuitenkin rajoittaa navetan kokoon 1 000 m²:iin paloturvallisuuden vuoksi, eikä laajennusmahdollisuutta ole, mikäli rakentamiseen käytetään maatalouden investointitukea. (4dBarn 2024.) Toinen vaihtoehto on käyttää liimapuupalkkeja, mikä ei tuo rajoituksia navetan kokoon. Betonia tulitaisiin hyödyntämään perustuksissa ja lantallassa. Tilalla on mietitty mahdollisuutta hyödyntää naapurin vanhaa sikalarakennusta. Vanhan rakennuksen hyödyntäminen olisi ekologisuuden ja kiertotalouden kannalta hyvä ratkaisu. Rakennuksesta voisi hyödyntää elementtejä ja kattotuolit. Seinät ovat melko matalat, joten korotusosan voisi tehdä puusta. Vastaavanlaisessa projektissa toisella tilalla on kuitenkin ilmennyt haasteita rakenteiden soveltuvuudesta luonnollisen ilmanvaihdon hyödyntämiseen. Rakenteiden muuntaminen sopivaksi voi tuoda yllättävän paljon lisää työtä ja kustannuksia. Vanhoja elementtejä hyödynnettäessä toimiva ilmanvaihto vaatii huolellista rakenteellista suunnittelua.

Puurakentamisen etuna on mahdollisuus hyödyntää oman metsän puita. Oman puutavaran ei tarvitse olla CE-merkittyä, mutta kantavien rakenteiden osalta vaaditaan lujuuslajittelun sahatavaran käyttöä (Metsäkeskus n.d.). Omalla puulla voi kattaa rakentamisen tarpeet joko kokonaan tai osittain. Navetan runkorakenteiden osalta mitään vaihtoehtoja ei ole vielä suljettu pois, mutta valintaa on mietitty teräs- ja puurakenteen välillä. Myös betonia olisi jossakin määrin tarpeen käyttää seinämateriaalina tilojen puhdistettavuuden kannalta. Vanhaa seinäelementtiä hyödynnettäessä betoni-seinä olisi korkeampi, kun taas uusia rakennusmateriaaleja käytettäessä betonirakenne voisi olla matalampi. Seinä olisi keskiosasta koko matkan avonainen, ja ilmanvaihdon säätelyä varten seinään tulisi joko verho tai kennolevy. Seinän yläosaan tulisi lautaverhous. Rakenteellisia vaihtoehtoja on monia, joita kannattaa miettiä huolellisesti. Vastuullisen rakentamisen näkökulmasta on hyvä pyrkiä mahdollisimman ekologisiin ratkaisuihin.

On kuitenkin huomioitava, että erilaisia materiaali- ja rakenneratkaisuja säätelee pitkälti lainsäädäntö, muun muassa tuettuun rakentamiseen liittyvien vaatimusten osalta. Tiettyjä vaatimuksia liittyy esimerkiksi paloturvallisuuteen. Paloturvallisuus määrittelee jossakin määrin rakenteellisia ratkaisuja, mutta myös materiaalivalintoja. Esimerkiksi lämpöeristemateriaaleista puukuitueriste ei täytä

tuetun rakentamisen edellyttämiä paloturvallisuusvaatimuksia. Tämän lisäksi kustannustekijät vaikuttavat vahvasti valintojen taustalla, mikä korostuu entisestään yksityisissä rakennushankkeissa. (Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy 2024.)

7.7 Energiaratkaisut

Perehdyin maatalouden energiankulutukseen ja energiansäästöratkaisuihin teoretiedon avulla. Ruokinnan energiankulutus on kaikkein suurinta, joten suunnitteluvaiheessa on hyvä vertailla erilaisia ruokintatapoja. Valinta on tehtävä erillisruokinnan ja aperuokinnan välillä, mutta myös niihin liittyy erilaisia toteutusvaihtoehtoja. Erilaisilla tavoilla on myös erilainen työllistävä vaikutus, joten on tärkeää miettiä, mitä on itse valmis tekemään ruokinnan suhteen. Tilalla on mietitty apevaunun hankkimista, jotta ruokinnan toteuttaminen olisi helpompaa ja edullisempaa. Toisaalta myös erillisruokinta kiinnostaisi, sillä alkuvaiheessa ei tarvitsisi investoida aperuokinnan tekniikkaan. Erillisruokinta on myös entuudestaan tuttua, sillä se on ruokintatapana nykyisessä navetassa. Ruokinta on kuitenkin tärkeää suunnitella mahdollisimman toimivaksi kokonaisuudeksi varastosta ruokintapöydälle asti. Rehua on mahdollista jakaa apevaunulla, vaikka käytössä olisikin erillisruokinta. Väkirehu voidaan puolestaan jakaa kioskeista. (Kukkola-Räinä 2024.) Rehua voi jakaa myös etukuormaajalla siilosta, mutta pitkät kuljetusmatkat vähentävät energiatehokkuutta. Kesällä eläimet pääsevät laiduntamaan, jolloin ruokinnan saa osittain toteutettua laidunruokintana. Näin ollen kesällä säilörehun tarve jää vähemmäksi, mikä tarkoittaa energiansäästöä niin rehun valmistuksen kuin myös varastoinnin ja rehunjaon osalta. Maidon varastoinnin osalta tilasäiliö on tärkeä mitoittaa sopivaksi tuotusmäärään nähden. Tilan nykyinen säiliö on sisätiloissa maituhuoneessa ja samaa ratkaisua olisi tarkoitus hyödyntää myös uudessa navetassa. Maidon jäähdytyksestä syntyvä lämpö olisi hyvä ottaa talteen ja hyödyntää veden lämmityksessä. Lämmön talteenotto myös estäisi maituhuoneen lämpötilan nousua jäähdytyksen aikana, mikä on tällä hetkellä ongelmana nykyisessä navetassa. Mitä kuumempi ilma säiliön ulkopuolella on, sitä enemmän energiaa maidon jäähdyttämiseen kuluu.

Ilmanvaihdon osalta energiankulutukseen vaikuttaa suoraan ilmanvaihtojärjestelmän tyyppi. Navetan ilmanvaihto toteutettaisiin luonnollisesti, joten rakenteita lähdetään suunnittelemaan sen mukaisesti. Navetan potentiaalinen sijainti on tuulen kannalta otollinen, sillä rakennusalue on avoimella paikalla järven rannalla. Itä-Suomessa vallitsevat lounais- ja luoteistuulet (Hamberg 2023, 15). Lounaistuulen osalta navetan suunniteltu sijainti olisi hyvinkin otollinen ja tehokkaan ilmanvaihdon kannalta optimaalinen. On hyvä huomioida kuitenkin, että luoteistuulen on tutkittu olevan hieman vallitsevampi Itä-Suomessa. Luoteistuulen osalta sijainti ei ole ilmanvaihdon kannalta paras vaihtoehto. Tuulensuunnissa on alueellisia eroja, mutta yleisesti vallitsevat tuulensuunnat on hyvä ottaa huomioon. Tehokkaan ilmanvaihdon mahdollistamiseksi näkisin optimaalisimpana vaihtoehtona sijoittaa rakennuksen siten, että pitkä avonainen sivu olisi mahdollisimman suoraan lounaaseen päin ja päätysivu luoteeseen päin, jolloin tuuli kulkisi avonaisten päätyseinien kautta. Rakennusalueen kapeus ei mahdollista rakennuksen sijoittamista siten, että rakennuksen pitkä sivu olisi suunnattu luoteeseen päin.

Myös luonnonvaloa saa hyödynnettyä tehokkaasti avaralla paikalla. Sisälle tulisi led-valaistus, joka toimii automaattisella ohjauksella. Ohjauksessa otetaan huomioon sekä lypsylehmien että umpilehmien tarpeet. Päivävalaistuksen suositeltu teho on vähintään 200 lx lehmän silmän korkeudella ja yöllä puolestaan alle 50 lx. Valaistuksella on tutkittu olevan vaikutusta maidontuotukseen. (Timonen 2022.) Lannanpoiston osalta suunnitelmissa olisi toteuttaa kiinteä lattia, jossa olisi ainakin alkuvaiheessa raappa. Tulevaisuuden varalle huomioidaan kuitenkin valmius keräävälle lantarobotille.

Lypsyrobotin edustalle tulisi kuitenkin ritiläpalkkilattia, jotta alue pysyisi kuivempana ja puhtaampana. Lisäksi raappalinjastoa on haasteellista sijoittaa robotin edustalle. Lämmön talteenotto lannasta voisi olla vartenotettava vaihtoehto ritiläpalkkilattian kanssa, mutta kiinteän lattian kohdalla vastaava ei onnistu. Lietesäiliö olisi tarkoitus sijoittaa navetasta katsoen alarinteeseen riittävän matkan päähän, jotta traktorityöskentelylle jää tilaa. Lietteen pumppaukselle ei ole tarvetta, jos lietteen saa siirrettyä valutuksella navetasta lietesäiliöön. Tämä olisi energiatehokkain tapa toteuttaa lietteen varastointi.

8 YHTEENVETO & POHDINTA

Opinnäytetyötä varten oli tarkoitus selvittää rakentamisen luvan- tai ilmoituksenvaraisuus, toimintojen sijoittamisen vaatimukset ja tärkeimpiä lainsäädännön vaatimuksia ympäristön kannalta. Lisäksi tarkoituksena oli koostaa tietoa rakenteellisista ja toiminnallisista ratkaisuista, joita voi hyödyntää suuntaa antavana tukena rakentamisen suunnittelussa. Ympäristöluvan- tai ilmoituksenvaraisuuteen saattaa liittyä tapauskohtaisia asioita, jotka vaikuttavat ympäristöluvan tarpeeseen. Käytävissä olevien tietojen puitteissa tulin kuitenkin siihen tulokseen, että Peltolan tilan navettainvestointiin voitaisiin käyttää ilmoitusmenettelyä. Tulos perustuu eläinyksikömäärään sekä muihin ilmoitusmenettelyn vaatimuksiin. Ympäristöluvan tarve ei ole kuitenkaan täysin poissuljettu, joten ajallisesti kannattaa varautua ympäristölupaprosessiin.

Työn oleellisia asioita oli selvittää, mihin toimeksiantaja haluaisi rakentaa navetan, ja onko rakennuspaikalle mitään esteitä, rajoituksia tai vaatimuksia. Löytämäni tiedon puitteissa estettä rakentamiselle ei pitäisi olla. Erilaisia rajoituksia ja vaatimuksia kylläkin löytyi. Toimintojen sijoittelua rajoittaa hajusta häiriintyvän kohteen läheisyys ja vesistön läheisyys. Sijoittamiselle asettaa rajallisuuden myös vapaan tilan rajallisuus alueen muodosta ja muista rakennuksista johtuen. Mahdolliseksi rakennusalaksi muotoutui noin 0,3 hehtaarin alue, jota on kuitenkin tarvittaessa mahdollista laajentaa sekä etelään että länteen päin. Tärkeimmät vaatimukset ovat 50 metrin vähimmäisetäisyysvaatimus rakennuksesta vesistöön ja tulva-alueen rakentamiskielto. Hajuun perustuva vähimmäisetäisyysvaatimus lantalan osalta riippuu siitä, millainen lannan kattamis- ja käsittelymenetelmä valitaan. Pisimmillään etäisyysvaatimus on 200 metriä yhden robotin kokoluokassa lietelantajärjestelmällä.

Pohjarakentamista käsittelin siltä osin, mitä kyseinen rakennuspaikka vähintäänkin vaatisi navettarakennusta varten. Alue on melko kalteva, joten aluetta joutuu tasaamaan reilusti. Korkeimman ja matalimman kohdan korkeusero on yli viisi metriä. Maasto olisi vähän tasaisempi alempana rinteessä, ja rakennuksen saisi sijoitettua maiseman kannalta esteettisemmin, mutta 50 metrin vähimmäisetäisyysvaatimus vesistöön tulee vastaan. Rakennusmateriaalien osalta käsittelin yleisimpiä rakennusmateriaaleja eli puuta, betonia ja terästä. Kaikissa materiaaleissa oli omat hyvät ja huonot puolensa ekologisuuden kannalta. Rakennusmateriaalien hiilijalanjälkien lisäksi on myös tärkeää miettiä, mitä itse rakennukselta haluaa toimivuuden kannalta, ja miten se esteettisesti soveltuu ympäristöön. Rakennus näkyy järvelle päin, mutta ennen kaikkea se on omassa pihapiirissä, jossa on lähietäisyydellä kaksi asuintaloa. Energiankäytön osalta käsittelin niitä toimintoja, joihin lypsykarjataloudessa tarvitaan energiaa. Näitä ovat rehunjako, lypsy ja maidon varastointi, pesuvedet, valaistus, ilmanvaihto ja lannanpoisto. Energiankäyttöön voidaan parhaiten vaikuttaa laitevalinnoilla, toimintojen sijoittamisen suunnittelulla ja rakenteellisilla ratkaisuilla. Kaikessa suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon oman karjan tarpeet, ja millaisia erilaisia työllistäviä vaikutuksia eri ratkaisut tuovat. Energiantuotantomuodot on rajattu työstä pois.

Opinnäytetyön sisältö pohjautuu tämänhetkiseen ajantasaiseen lainsäädäntöön, aiheeseen liittyviin raportteihin, muihin opinnäytetöihin, artikkeleihin, webinaareihin ja seminaareihin, haastatteluun sekä havainnointiin. On huomioitava, ettei kaikista aiheista löytynyt lähivuosina julkaistua tietoa. Aikaisempi tietopohja opinnäytetyön aihealueista on omalla kohdallani melko rajallinen, joten lähdetietojen luotettavuutta olen arvioinut parhaan kykyni mukaan. Kaikki viittaukset lainsäädäntöön ovat tällä hetkellä voimassa olevia lakeja ja asetuksia, joiden muutoksia on hyvä seurata. Muu sisältö toi-

mii suuntaa antavana tukena suunnitteluun, ja muitakin vaihtoehtoja on tärkeää selvittää. Rakentamiseen kannattaa perehtyä laajasti sekä internet-lähteiden kautta että myös vieraillemalla muilla tiloilla, ja hyödyntämällä muiden tilallisten ratkaisuja ja ennen kaikkea kokemuksia. Myös asiantuntija-apua on suositeltavaa hyödyntää.

Tavoitteena oli koostaa kattavaa tietoa navettainvestoinnin lainsäädännöstä ja ekologisesta rakentamisesta. Mielestäni tavoite toteutui ihan hyvin. Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa alkuperäinen idea oli selvittää, miten rakennusprojekti vaikuttaisi ympäristöön. Työ alkoi kuitenkin muotoutua enemmän siihen suuntaan, miten ympäristö vaikuttaa itse rakentamiseen. Työssä on kuitenkin käsitelty molempia näkökulmia. Aluksi tarkoituksena oli pitää painopiste enemmän lakiasioiden puolella ja ottaa reilusti sisältöä eri laeista, jotka läheisimmin liittyvät navettainvestointiin. Ensimmäinen haaste oli selvittää, mitkä lait voisi liittää tähän projektiin. Kun lakeja alkoi löytyä, oli seuraavaksi rajattava niiden määrä sopivaksi ja valittava omasta mielestäni tärkeimmät. Rajauksessa käytin apuna tärkeitä avainsanoja, joiden ympärille halusin opinnäytetyöni koostaa. Avainsanoja olivat ympäristönsuojelu, rakentaminen ja tuettu maatalousrakentaminen. Halusin myös pystyä yhdistämään edellä mainituista asioista mahdollisimman paljon konkreettisia esimerkkejä Peltolan tilan tapauksessa. Ympäristön kannalta koin oleellisimmiksi asioiksi kirjoittaa ympäristöluvan tarpeellisuudesta ja rakennuksen sijoittamisesta, sillä ne määrittävät todella paljon koko rakennusprojektin etenemistä. Halusin tuoda esille selkeitä ohjeita, vaatimuksia ja rajoituksia, mitä suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon.

Lakisäädösten vastapainoksi halusin tuoda esille erilaisia vaihtoehtoja rakenteelliseen ja toiminnalliseen suunnitteluun. Toin esille muutamia asioita, joita on hyvä ottaa huomioon, mutta myös konkreettisia ratkaisuja. On kuitenkin hyvä huomioida, että erilaisia ratkaisuja pohjarakentamisen, materiaalivalintojen ja rakenteiden sekä energiankäytön osalta on paljon, ja tähän työhön olen nostanut esille vain muutamia vaihtoehtoja ekologisuus huomioiden. Haasteena oli säilyttää ympäristönäkökulma rakenteellisten ja toiminnallisten asioiden käsittelyssä, sillä olen kiinnostunut rakennustekniikasta ja talosuunnittelusta. Pyrin kuitenkin kirjoittamaan rakentamisesta melko yleisellä tasolla, ja liittämään ekologisuuden aiheisiin parhaani mukaan. Halusin myös selvittää, miten ekologisuus huomioidaan maatalousrakennuksia suunnittelevissa yrityksissä, ja pääsin keskustelemaan aiheesta Rakennusinsinööri-toimisto Tiimi Oy:n (2024) henkilöstön kanssa. Keskustelussa nousi esille muun muassa hiilijalanjälkilaskenta ja metsäkatoasetus. Hiilijalanjälkilaskenta on ollut tähän mennessä vapaaehtoista, mutta uudistuvan rakentamislain myötä laskenta tulee pakolliseksi näillä näkymin julkisissa rakennushankkeissa. Tiimi Oy:n rakennushankkeisiin ei ole sisällytetty hiilijalanjälkilaskentaa, eikä heidän näkemyksensä mukaan ole muihinkaan yksityisiin maatalousrakennushankkeisiin Suomessa. Olin itse tulkinnut, että lakimuutos vaikuttaisi myös maatalousrakentamiseen, mutta mitä ilmeisemmin näin ei ainakaan vielä toistaiseksi ole.

Metsäkatoasetus toi tullessaan suuria haasteita uusien navetoiden rakentamiseen asetuksen tulkintaan liittyvien epäselvyyksien vuoksi, minkä vuoksi joitakin uusia hankkeita on ollut jopa jäissä hetkellisesti. Tiukimmillaan asetusta on tulkittu siten, ettei uuden navetan ja siihen liittyvien toimintojen tieltä saisi kaataa yhtään puuta. Asetusta on lähdetty käsittelemään tarkemmin EU:n komission tasolla, mutta täyttää selvyyttä asiaan ei ole vielä saatu. Suunnitteluyrityksistä 4dBarn on ilmaissut webinaarissaan (2024) olevansa asetuksen tulkinnan osalta uutisartikkeleista saatavan tiedon varassa.

Tällä hetkellä rakennushankkeet ovat kuitenkin taas käynnissä, eikä asetuksen oleteta enää kieltävän puiden kaatamista kokonaan. Asetuksen kehittymistä on kuitenkin hyvä seurata, ja sitä varten on varmaankin tulossa tarkempaa tietoa jollakin aikavälillä. Peltolan tilalla ei ole tarve kaataa metsää rakentamisen tieltä. Mikäli rakennusaluetta kuitenkin on tarpeen laajentaa eteläsuunnassa, pieni puustoalue täytyisi kaataa tieltä pois. Tämänhetkisen tulkinnan mukaan metsäkatoasetus ei kuitenkaan aiheuttaisi estettä puustoalueen kaatamiseen.

Keskustelu Tiimi Oy:n kanssa nosti esiin myös sellaisia näkemyksiä, jotka tukivat omia ajatuksiani rakentamisen ekologisuudesta rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi rakennusmateriaalien osalta merkittävät ympäristövaikutukset kohdistuvat materiaalien alkutuotantoon, jossa ympäristövaikutuksiin voidaan tehokkaimmin vaikuttaa. Rakennussuunnittelu yrityksissä valintoja ohjaavat kysyntä ja kustannukset. Kustannuskysymys nousee esille erityisesti yksityisissä maatalousrakennushankkeissa. Elämme kuitenkin vielä sellaisessa maailmassa, jossa valintoja ei voida tehdä pelkästään ekologisuus edellä. Keskustelussa kuitenkin tuli esille mielestäni hyvä näkökulma rakennussuunnittelun ekologisuuteen. Rakennussuunnittelua ei siis varsinaisesti tehdä ekologisuuden kautta, mutta ekologisuus kulkee luontaisesti suunnittelun mukana, sillä maataloutta harjoitetaan ympäristön ehdoilla. Myös Peltolan tilan tapauksessa mahdollista investointia ja sen suunnittelua tulee määrittämään pääasiassa kustannukset. Ympäristö on kuitenkin otettava kaikessa toiminnassa mahdollisimman hyvin huomioon, niin lain nimessä kuin myös luonnon monimuotoisuuden säilymisen kannalta.

Olen omaan työskentelyyni melko tyytyväinen. Asioiden organisoinnissa olisi parantamisen varaa ja välitavoitteiden osalta aikataulussa pysymisessä. Välillä jopa kaaoksenomaisesta tekemisestäni huolimatta pääsin tavoitteeseeni ja sain saatettua opinnäytetyön loppuun suunnitellussa aikataulussa. Työn aihe oli minulle todella mielekäs, koska se liittyy niin läheisesti omaan elämäni. Sain olla opinnäytetyöni osalta mukana selvittämässä investointiin liittyviä tärkeitä asioita lain näkökulmasta, mutta myös suunnittelemassa erilaisia rakenteellisia ja toiminnallisia vaihtoehtoja. Jos investointi tulee toteutumaan, pääsen seuraamaan projektia alusta loppuun asti. Opinnäytetyön myötä osaan myös toimia apuna esimerkiksi lupa-asioiden hoitamisessa. Toivon, että työn toimeksiantaja saa opinnäytetyöstä hyvät eväät suunnittelun pohjaksi. Minulle työ on opettanut paljon uutta asiaa sekä maataloudesta että rakentamisesta, ja tästä olisi hyvä lähteä etenemään investoinnin toteutuksessa.

LÄHTEET

4dBarn 2024. Joko nyt rakentaisin 4dBarn webinaari 10.10.2024. Julkaistu 22.10.2024. Viitattu 4.11.2024.

Ahvenjärvi, Seppo, Lehtonen, Heikki, Lång, Kristiina, Lidauer, Martin, Mehtiö, Terhi, Huhtanen, Pekka, Nousiainen, Juha, Hietala, Sanna, Bloch, Victor, Suomi, Pasi, Lötjönen, Timo, Latukka, Arto, Kaukovirta, Anu & Tolvanen, Anne 2022. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden kustannukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 16 s. Pdf-tiedosto. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551924/luke-luobio_48_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 1.10.2024.

Arovuori, Kyösti 2023. Maidontuotannon rakenne muuttuu – tuotanto ei juurikaan. Verkkoartikkeli. Käytännön maamies. 23.11.2023. <https://kaytannonmaamies.fi/maidontuotannon-rakenne-muuttuu-tuotanto-ei-juurikaan/>. Viitattu 23.9.2023.

Bionova Oy 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Pdf-tiedosto. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602. Viitattu 4.10.2024.

Demir, Burak 2023. Teräsrakentamisen hiilijalanjälki. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma. Rakennetekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/796670/Demir_Burak.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Viitattu 15.10.2024.

Elstob, Tea & Alasuutari, Sakari 2014. Kotieläintuotannon ammattisanastoa: Osa 1, lypsytermejä. Rajamäki: TTS. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/189477/TR50.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 16.8.2024.

Eläinten hyvinvointikeskus n.d. Nauta on luonnoltaan laiduntaja. Verkkojulkaisu. <https://www.elaintieto.fi/nauta/>. Viitattu 16.8.2024.

Euroopan parlamentti 2023. Ilmastonmuutos: ilmaston lämpenemistä aiheuttavat kasvihuonekaasut. Verkkojulkaisu. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20230316STO77629/ilmastonmuutos-ilmaston-lampenemista-aiheuttavat-kasvihuonekaasut>. Viitattu 2.10.2024.

Faba n.d. Nautarodut. Verkkojulkaisu. <https://faba.fi/fi/karjan-kehittaminen/jalostus/jalostustieto/nautarodut>. Viitattu 16.8.2024.

Geologian tutkimuskeskus 2009. Maaperän rakennettavuusmalli. Pdf-tiedosto. http://projects.gtk.fi/export/sites/projects/TAATA/kartoitus/liitteet/Taata_Rakennettavuus.pdf. Viitattu 11.10.2024.

Hamberg, Sanna 2023. Voimakkaiden tuulien suunta- ja vuodenaikajakaumat Suomessa 2010-luvulla. Pro Gradu -tutkielma. Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. Meteorologia. Helsingin yliopisto. https://helda.helsinki.fi/bitstream/10138/358583/2/Hamberg_Sanna_maisterintutkielma_2023.pdf. Viitattu 11.11.2024.

Harju, Elli 2023. Betonin, liimapuun ja teräksen vertailu kattokannattajassa: hiilijalanjäljen laskenta. Opinnäytetyö. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Talonrakennustekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/794957/Harju_Elli.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Viitattu 5.10.2024.

Ikonen, Anna 2023. Rakennusten ja rakentamisen ilmastovaikutusten vähentäminen. Pdf-tiedosto. <https://www.sll.fi/app/uploads/2023/04/rakentamisen-politiikkasuositus-2023.pdf>. Viitattu 4.10.2024.

Jääntti, Sari 2010. Euroopan unionin vaikutuksia maatalousyrittäjään Suomessa. Opinnäytetyö. Liiketalous. Yritysten ja taloushallinnon juridiikka. Saimaan ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24067/Jantti_Sari.pdf?sequence=1. Viitattu 23.9.2023.

Kaustell, K., Aro, K., Jaakkonen, A.-K., Kapuinen, P., Latukka, A., Lötjönen, T., Markkanen, J. & Vehviläinen, H. 2024. Synteesiraportti: Suomen maataloustuotannon energiankulutus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 66/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 62 s. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/555163/luke-luobio_66_2024.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 11.11.2024.

Khaleel, Rahmah 2021. Rakennusten ympäristövaikutusten alentaminen. Opinnäytetyö. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Kiinteistönpitotekniikka ja korjausrakentaminen. Tampereen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/499142/Khaleel_Rahmah.pdf?sequence=2. Viitattu 10.10.2024.

Kiwa Inspecta n.d. EPD-ympäristöseloste rakennustuotteille. Verkkojulkaisu. https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/epd-ymparistoseloste-rakennustuotteille/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwvKi4BhABEi-wAH2gcw5jvaV1KyTqOaxmDw41zpyXdOoiUMD46E0LuTRGxFJENO51jHdPqhoC3D8QAvD_BwE. Viitattu 12.10.2024.

Koneurakointi Närvänen n.d. Maanrakennus. Verkkojulkaisu. <https://www.koneurakointinarvanen.fi/maanrakennus>. Viitattu 11.10.2024.

Koskela, Sirkka, Korhonen, Marja-Riitta, Seppälä, Jyri, Häkkinen, Tarja & Vares, Sirje 2011. Materiaalinäkökulma rakennusten ympäristöarvioinnissa. Pdf-tiedosto. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/746dedfc-8e62-404a-b8a7-8590c2491dd8/content>. Viitattu 12.10.2024.

Kourimo, Alekski 2019. Vanhan parsinavetan muuttaminen robottipihatoksi. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168749/Kourimo_Alekski.pdf?sequence=2. Viitattu 17.8.2024

Kuivinen, Toni 2016. Lypsykarjapihatton rakentaminen. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Liiketoiminnan suuntautuminen. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/107810/Kuivinen_Toni.pdf?sequence=1. Viitattu 27.10.2024.

Kuopion karttapalvelu. Peltolan tilan kaavoitus. Valokuva. <https://kartta.kuopio.fi/>. Viitattu 7.11.2024.

Kuopion kaupunki 2002. Yleiskaavamerkinnot ja -määräykset. Pdf-tiedosto. <https://publish.kuopio.fi/kokous/2021738431-6-4.PDF>. Viitattu 3.11.2024.

Kämäräinen, Vilma 2024. Holstein rotuisia nautoja. Valokuva. 23.7.2024. Kuopio: Vilma Kämäräisen kokoelmat. Viitattu 7.11.2024.

Laine, Anna, Raivio, Tuomas, Jonsson, Håkan, Heino, Anna, Klimscheffskij, Markus & Lehtomäki Jenny 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Osa 1. Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. Pdf-tiedosto. <https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/11/rt-1-rakennetun-ympariston-hiilielinkaaren-nykytila.pdf>. Viitattu 14.10.2024.

Laitinen, Kaija 2016. Vapaasti vettä - enemmän maitoa. Verkkojulkaisu. <https://www.maitojame.fi/artikkelit/ruokinnan-esteet-osa-3/>. Viitattu 16.8.2024.

Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230693#Pidm4611190313200> (37,121). Viitattu 17.8.2024.

Leikkanen, Arvo 2019. Pihattonavetan toiminnallinen suunnittelu Hatanpään tilalla. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/267052/opinn%E4ytety%F6Leikkanen.pdf?sequence=2>. Viitattu 30.10.2024.

Luonnonvarakeskus 2015. Maatalouden energiankulutus ja uusiutuvan energian osuus. Verkkojulkaisu. Päivitetty 22.8.2023. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/indikaattorit/agrikaattori-maaseutuohjelman-indikaattorit-20142020/maatalouden-energiankulutus-ja-uusiutuvan-energian-osuus>. Viitattu 3.10.2024.

Luonnonvarakeskus 2020. Kasvihuonekaasuinventaarion pikaennakkotiedot 2019: hakkuiden väheneminen kasvatti LULUCF-sektorin nielua, maataloussektorin päästö ennallaan. Verkkojulkaisu. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/kasvihuonekaasuinventaarion-pikaennakkotiedot-2019-hakkuiden-vahe-neminen-kasvatti-lulucfsektorin-nielua-maataloussektorin-paasto-ennallaan>. Viitattu 1.10.2024.

Luonnonvarakeskus 2022a. Energia 2020. Verkkojulkaisu. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/energia-tietojen-paivitys-paattynyt-2022-lopussa/energia-2020>. Viitattu 3.10.2024.

Luonnonvarakeskus 2022b. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää maaperästä ja kotieläintaloudesta – energiasäästöihin vielä matkaa. Verkkojulkaisu. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/maatalouden-kasvihuonekaasupaastoja-voidaan-vahentaa-maaperasta-ja-kotielaintaloudesta-energiasaastoihin-viela-matkaa>. Viitattu 1.10.2024.

Luonnonvarakeskus n.d-a. Ihmisen toiminta muokkaa luontaista hiilenkiertoa. Verkkojulkaisu. <https://hiilikompensaatioinfo.fi/hiilenkierto/>. Viitattu 23.9.2024.

Luonnonvarakeskus n.d-b. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä tuotantosuunnittain ELY-keskuksittain. Verkkojulkaisu. https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maata

lous__02%20Rakenne__02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/03_Maatalous_ja_puutarhayrit_lkm_tuotantos_ELY.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=1226599b-cd94-48c1-850b-84b98bebcccc&timeType=top&timeValue=10. Viitattu 12.11.2024.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus 2013. Luonnollinen ilmanvaihto - Opas painovoimaisen ilmanvaihdon toteutukseen nautakarjarakennuksissa. Pdf-tiedosto. http://www.mtt.fi/julkaisut/Maitoja-Me-Ilmanvaihtoliite_2013.pdf. Viitattu 1.11.2024.

Maa- ja metsätalousministeriö 2020. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Pdf-tiedosto. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161984/MMM_Viljelijaaopas_Maatalouden_ammoniakkipaastojen_vahentaminen_FINAL.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Viitattu 1.10.2024.

Maa- ja metsätalousministeriö 2023. EU:n metsäkatoasetuksen vaikutus nauta- ja lypsykarjatilojen uusinwestointeihin epäselvä. <https://mmm.fi/-/eu-n-metsakatoasetuksen-vaikutus-nauta-ja-lypsykarjatilojen-uusinwestointeihin-epaselva>. Viitattu 19.9.2024.

Maa- ja metsätalousministeriö n.d. EU:n metsäkatoasetus ja laittomien hakkuiden vastainen ohjelma. Verkkojulkaisu. <https://mmm.fi/metsakato-ja-laittomat-hakkuut>. Viitattu 19.9.2024.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 610/2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230610#Pidm46111191773152>. Viitattu 8.11.2024.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista ympäristönsuojeluvaihtimuksesta 606/2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230606#Pidm46111192160336>. Viitattu 8.11.2024.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto 2018. Mikä on lehmä? Verkkojulkaisu. <https://www.mtk.fi/mikaonlehma>. Viitattu 16.8.2024.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto 2024. MTK:n ja SLC:n maatalouden vähähiilisyystiekartan julkistustilaisuus 20.8.2024. Video. YouTube-videopalvelu. <https://www.youtube.com/watch?v=GHD6mNiY53I>. Viitattu 12.11.2024.

Maanmittauslaitos. Arvioitu rakentamista varten jäävä alue etäisyysvaatimukset huomioon ottaen. Valokuva. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi>. Viitattu 7.11.2024.

Maanmittauslaitos. Etäisyysvaatimusten mukaisia raja-alueita. Valokuva. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi>. Viitattu 7.11.2024.

Maanmittauslaitos. Ilmakuva Peltolan tilasta. Valokuva. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi>. Viitattu 7.11.2024.

Maanrakennus Jokinen Oy n.d. Kuinka tehdä perustustyöt oikein? Verkkojulkaisu. <https://www.maanrakennusjokinen.fi/kuinka-tehda-perustustyot-oikein/>. Viitattu 11.10.2024.

Kukkola-Räinä, Tuula 2024. Navetta edullisesti itse tehden. Verkkojulkaisu. <https://maatilanelervo.fi/2024/01/19/navetta-edullisesti-itse-tehden/>. Viitattu 5.11.2024.

Mattio, Marjukka 2024. Maidontuotanto. Verkkojulkaisu. <https://www.mtk.fi/-/maidontuotanto-1>. Viitattu 16.8.2024.

Metsäkeskus n.d. Puun käyttö maatarakentamisessa. Esite. <https://www.esitteemme.fi/puutamaati-larakentamiseen/WebView/>. Viitattu 5.11.2024.

Myllynen, Pirkko 2022. Navettahankkeen suunnitteluohjelma. Pdf-tiedosto. <https://ysao.fi/wp-content/uploads/2022/12/5-Navetan-suunnitteluohjelma.pdf>. Viitattu 17.8.2024.

Mäensalo, Jenna 2018. Kiertotalouden mukaiset materiaalivalinnat rakentamisessa. Opinnäytetyö. Energia- ja ympäristötekniikka. Turun ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/158447/Maensalo_Jenna.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 15.10.2024.

Niemelä, Emmi 2021. Rakennusmateriaalien ympäristöhaitat -rakennusmateriaalien vertailu. Opinnäytetyö. Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/501408/Niemela_Emmi.pdf?sequence=2. Viitattu 15.10.2024.

Niilahti, Antti 2012. Uusien pihatoiden rakentamiskustannukset sekä niiden väliset erot ja syyt. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Maatilatalouden suuntautumisvaihtoehto. Hämeen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40793/Niilahti_Antti.PDF?sequence=1. Viitattu 2.10.2024.

Oksala, Jemina 2016. Perustamistavan vaikutus luonnonvarojen käyttöön ja kierrätettävien materiaalien määrään. Kandidaatintyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/152917/Kandidaatintyö%F6_Oksala_Jemina.pdf;jsessionid=2B2B91095EEF3EA29758A2907B74EAB8?sequence=1. Viitattu 11.10.2024.

Opetushallitus 2020. Maidon alkutuotanto. Pdf-tiedosto. Päivitetty 23.1.2020. <https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/maidon-alkutuotanto.pdf>. Viitattu 16.8.2024.

Paikkatietoikkuna. Maastoprofiili 1. Valokuva. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 7.11.2024.

Paikkatietoikkuna. Maastoprofiili 2. Valokuva. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 7.11.2024.

Paikkatietoikkuna. Maastoprofiili 3. Valokuva. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 7.11.2024.

Paikkatietoikkuna. Maastoprofiilien määrittästä kuvaavat sijainnit. Valokuva. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 7.11.2024.

Pantzar, Pasi 2011. Karjatalousrakennuksen rakennuttaminen. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Rakennustuotanto. Tampereen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30906/Pantzar_Pasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 3.10.2024.

Pesonen, Maiju & Huuskonen, Arto 2014. Naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset – kirjallisuusselvitys. MTT. Pdf-tiedosto. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/484523/mtra-portti156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 1.10.2024.

Poutiainen, Matti & Kivelä, Markus 2012. Lannankäsittely- ja kuivitusprosessien toiminnallisuus ja työnkäyttö pohjalaistiloilla. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Maatalouden tuotantotalous. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40939/Kivela_Markus_Poutiainen_Matti.pdf;jsessionid=08CF4172A19AA15CFA7F9011E08BE404?sequence=1. Viitattu 24.8.2024.

ProAgria 2020. Hihat heilumaan - Kohti ilmastokestävämpää maataloutta -seminaari. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 4.2.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=VuMo2Sx60cE>. Viitattu 8.10.2024.

ProAgria 2021. Tuotosseurantatilojen keskituotos ylitti 10 000 kiloa. Verkkojulkaisu. <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/tuotosseurantatilojen-keskituotos-ylitti-10-000-kiloa>. Viitattu 5.11.2024.

Pyykkönen, Perttu 2001. Maatalouden rakennemuutos eri alueilla. PTT. Pdf-tiedosto. <https://www.ptt.fi/wp-content/uploads/media/liitteet/rap180.pdf>. Viitattu 22.8.2024.

Rajala, Hilikka 1986. Nautakarjatalous. Rauma: Tekijä ja Kirjayhtymä Oy. Viitattu 18.8.2024.

Rakennusteollisuus RT ry 2020. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 – päätösseminaari. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 3.6.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=LdStBSFcfHc>. Viitattu 5.10.2024.

Rakennustutkimus RTS Oy & Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy n.d. Maaperän selvitys. Verkkojulkaisu. <https://www.suomirakentaa.fi/tyoohjeet/perustukset-ja-alapohja/koko-talo-on-perustuksien-varassa>. Viitattu 11.10.2024.

Rakennusvalvonta Oulu 2023. Vähähiilinen rakentaminen. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 13.4.2023. <https://www.youtube.com/watch?v=NNvPQWheG14>. Viitattu 9.10.2024.

Regina, Kristiina, Lehtonen, Heikki, Palosuo, Taru & Ahvenjärvi, Seppo 2014. Maatalouden kasvihuonekaasupäästöt ja niiden vähentäminen. MTT. Pdf-tiedosto. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/481727/mttraportti127.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 1.10.2024.

Ronkainen, Nanna 2012. Suomen maalajien ominaisuuksia. Pdf-tiedosto. <https://core.ac.uk/download/pdf/14927376.pdf>. Viitattu 11.10.2024.

Ruokavirasto 2024a. Maatalouden investointituet. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/investoinnit/maatalouden-investointituet/>. Viitattu 19.9.2024.

Ruokavirasto 2024b. Metsäkatoasetus. Verkkojulkaisu. <https://www.ruokavirasto.fi/teemat/metsakatoasetus-eudr/>. Viitattu 19.9.2024.

Ruuska, Antti, Häkkinen, Tarja, Vares, Sirje, Korhonen, Marja-Riitta & Myllymaa, Tuuli 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 8 | 2013. Pdf-tiedosto. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41423/YMra8_2013_Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_FINAL.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Viitattu 11.10.2024.

Sahi, Antti, Kulmala, Airi & Lappalainen, Juha 2018. Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettava rakentamista koskevista ympäristönsuojeluvaatimuksista. Verkkojulkaisu. <https://www.mtk.fi/>

/maa-ja-metsatalousministerion-asetus-tuettavaa-rakentamista-koskevista-ymparistonsuojeluvuati-
muksista. Viitattu 24.8.2024.

Saint-Gobain Finland 2024. Rakentamislaki ja vähähiilisyys – tilannekatsaus. Video. YouTube-video-
palvelu, julkaistu 6.8.2024. <https://www.youtube.com/watch?v=TqYHqSnKjtU>. Viitattu 7.10.2024.

Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2023. Kuivikkeiden tuotanto. Seinäjoen ammattikorkeakoulun blogi.
31.7.2023. <https://projektit.seamk.fi/blog/kuivikkeiden-tuotanto/>. Viitattu 16.11.2024.

Silvonen, Ville n.d. Kasvihuonekaasut ja niiden haitallisuus. Verkkojulkaisu.

<https://www.genano.com/fi/tietopankki/kasvihuonekaasut-ja-niiden-haitallisuus>. Viitattu 2.10.2024.

Suomi.fi 2022. Ympäristövaikutukset ja -riskit. Verkkojulkaisu. [https://www.suomi.fi/yritykselle/vas-
tuut-ja-velvollisuudet/ymparistovastuut-ja-velvoitteet/opas/yrityksen-ymparistoasioiden-hallinta/ym-
paristovaikutukset-ja-riskit](https://www.suomi.fi/yritykselle/vas-
tuut-ja-velvollisuudet/ymparistovastuut-ja-velvoitteet/opas/yrityksen-ymparistoasioiden-hallinta/ym-
paristovaikutukset-ja-riskit). Viitattu 23.9.2023.

Suomen ympäristökeskus 2022. Turvetuotanto. Verkkojulkaisu. Päivitetty 25.6.2024.

[https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/luonnonvarojen-ja-raaka-aineiden-kaytto/turve-
tuotanto](https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/luonnonvarojen-ja-raaka-aineiden-kaytto/turve-
tuotanto). Viitattu 16.11.2024.

Suomen ympäristökeskus & Ympäristöministeriö 2024. Ympäristölupiin liittyvä lainsäädäntö. Päivi-
tetty 15.1.2024. <https://www.ymparisto.fi/fi/luvat-ja-velvoitteet/ymparistolupa/lainsaadanto>. Viitattu
19.9.2024.

Telaketju n.d. Elinkaariajattelu. Termipankki. <https://telaketju.turkuamk.fi/termipankki/>. Viitattu
23.9.2024.

Tilastokeskus 2020. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2019. Verkkojulkaisu.

https://stat.fi/til/khki/2019/khki_2019_2020-05-28_kat_001_fi.html. Viitattu 1.10.2024.

Tilastokeskus 2022. Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022. Verkkojulkaisu.

<https://stat.fi/julkaisu/cl8d190lnb47r0bvvg344apf0>. Viitattu 1.10.2024.

Timonen, Anri 2022. Valaistus vaikuttaa tuotokseen ja kasvuun. Verkkojulkaisu. [https://www.maito-
jame.fi/artikkelit/valaistus-vaikuttaa-tuotokseen-ja-kasvuun/](https://www.maito-
jame.fi/artikkelit/valaistus-vaikuttaa-tuotokseen-ja-kasvuun/). Viitattu 5.11.2024.

Turunen, Mika n.d-a. Lannanpoiston energiankulutus. Pdf-tiedosto. [https://www.energia.agro-
tekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Lannanpoiston-energiakulutus_netti.pdf](https://www.energia.agro-
tekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Lannanpoiston-energiakulutus_netti.pdf). Viitattu 29.10.2024.

Turunen, Mika n.d-b. Maidon varastointi ja energiansäästöt. Pdf-tiedosto. [https://www.energia.agro-
tekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Maidon-varastointi-ja-energiasaastot.pdf](https://www.energia.agro-
tekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Maidon-varastointi-ja-energiasaastot.pdf). Viitattu 27.10.2024.

Turunen, Mika n.d-c. Lypsylehmien ruokinnan energiankulutus. Pdf-tiedosto. [https://www.ener-
gia.agrotekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Lypsylehmien_ruokinnan_energiakulutus_netti.pdf](https://www.ener-
gia.agrotekno.fi/wp-content/uploads/2021/04/Lypsylehmien_ruokinnan_energiakulutus_netti.pdf).
Viitattu 27.10.2024.

Turunen, Mika n.d-d. Lypsyn energiankulutus. Pdf-tiedosto. [https://www.energia.agrotekno.fi/wp-
content/uploads/2021/04/lypsyn_energiakulutus_netti.pdf](https://www.energia.agrotekno.fi/wp-
content/uploads/2021/04/lypsyn_energiakulutus_netti.pdf). Viitattu 27.10.2024.

Törmä, Pentti 2024. Maatalouden rakennekehitys jatkuu kiivaana. Verkkojulkaisu. [https://kaytannon-
maamies.fi/maatalouden-rakennekehitys-jatkuu-kiivaana/](https://kaytannon-
maamies.fi/maatalouden-rakennekehitys-jatkuu-kiivaana/). Viitattu 22.8.2024.

Töyräskoski, Niklas 2024. Maatilan energiatehokkuuden parantaminen. Opinnäytetyö. Talotekniikan tutkinto-ohjelma. Sähköinen talotekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/852645/Toyraskoski_Niklas.pdf?sequence=3. Viitattu 27.10.2024.

Vaasan hallinto-oikeus 2021. [https://oikeus.fi/material/collecti-
ons/20210302082239/7OV6OqKgb/VHaO_21_0030_3,_ymparistolupa,_Siikajoki.pdf](https://oikeus.fi/material/collecti-
ons/20210302082239/7OV6OqKgb/VHaO_21_0030_3,_ymparistolupa,_Siikajoki.pdf). Viitattu 3.11.2024.

Ympäristöministeriö 2019. Ilmoitusmenettely – eläinsuojat. Pdf-tiedosto. [https://ym.fi/docu-
ments/1410903/38439968/Elainsuojien-ilmoitusmenettelyn-koulutustilaisuudet_YM_diat-11-2-2019-
BE325F06_5857_4D63_B93C_FDAD8E8E20AD-158592.pdf/b85f1a7d-d5a4-7f39-afc7-
ac1047d9e9c3/Elainsuojien-ilmoitusmenettelyn-koulutustilaisuudet_YM_diat-11-2-2019-
BE325F06_5857_4D63_B93C_FDAD8E8E20AD-158592.pdf?t=1603261126709](https://ym.fi/docu-
ments/1410903/38439968/Elainsuojien-ilmoitusmenettelyn-koulutustilaisuudet_YM_diat-11-2-2019-
BE325F06_5857_4D63_B93C_FDAD8E8E20AD-158592.pdf/b85f1a7d-d5a4-7f39-afc7-
ac1047d9e9c3/Elainsuojien-ilmoitusmenettelyn-koulutustilaisuudet_YM_diat-11-2-2019-
BE325F06_5857_4D63_B93C_FDAD8E8E20AD-158592.pdf?t=1603261126709). Viitattu 3.11.2024.

Ympäristöministeriö 2021. Kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Pdf-tiedosto. [https://julkai-
sut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163193/YM_2021_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkai-
sut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163193/YM_2021_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 19.9.2024.

Ympäristöministeriö 2023. Kasvihuonekaasupäästöjen raportointi. Verkkojulkaisu. Päivitetty 21.3.2023. <https://www.ymparisto.fi/fi/ilmasto-muutoksessa/kasvihuonekaasupaastojen-raportointi>. Viitattu 1.10.2024.

Ympäristöministeriö n.d. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkojulkaisu. [https://ym.fi/maankaytto-ja-
rakennuslaki](https://ym.fi/maankaytto-ja-
rakennuslaki). Viitattu 7.10.2024.

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527#L2P8>. Viitattu 8.11.2024.